N° D'ORDRE :
44

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

PAR

M. E. GOURDON

GÉOLOGUE DE L'EXPÉDITION ANTARCTIQUE FRANÇAISE

1re THÈSE. — GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — GLACIOLOGIE. — PÉTROGRAPHIE DES RÉGIONS VISITÉES PAR L'EXPÉDITION ANTARCTIQUE FRANÇAISE COMMANDÉE PAR LE Dr CHARCOT (1903-1905).

2e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 26 juin 1908 devant la Commission d'examen.

MM. VÉLAIN ..... *Président.*
MICHEL ..... } *Examinateurs.*
BERGET ..... }

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1908

N° D'ORDRE :
44

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

PAR

M. E. GOURDON

GÉOLOGUE DE L'EXPÉDITION ANTARCTIQUE FRANÇAISE

1re **THÈSE.** — Géographie physique. — Glaciologie. — Pétrographie des Régions visitées par l'Expédition antarctique française commandée par le Dr Charcot (1903-1905).

2e **THÈSE.** — Propositions données par la Faculté.

Soutenues le 26 juin 1908 devant la Commission d'examen.

MM. VÉLAIN ..... *Président.*
MICHEL ..... } *Examinateurs.*
BERGET ..... }

PARIS

MASSON ET Cie, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1908

UNIVERSITE DE PARIS

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

	MM.	
Doyen	P. APPELL, *Professeur*	Mécanique rationnelle.
Doyen honoraire	G. DARBOUX	Géométrie supérieure.
Professeurs honoraires	L. TROOST.	
	Ch. WOLF.	
	J. RIBAN	
Professeurs	LIPPMANN	Physique.
	BOUTY	Physique.
	BOUSSINESQ	Physique mathématique et Calcul des probabilités.
	PICARD	Analyse supérieure et Algèbre supérieure.
	H. POINCARÉ	Astronomie mathématique et Mécanique céleste.
	Yves DELAGE	Zoologie, Anatomie, Physiologie comparée.
	G. BONNIER	Botanique.
	DASTRE	Physiologie.
	DITTE	Chimie.
	GIARD	Zoologie, Évolution des êtres organisés.
	KŒNIGS	Mécanique physique et expérimentale.
	VÉLAIN	Géographie physique.
	GOURSAT	Calcul différentiel et calcul intégral.
	CHATIN	Histologie.
	PELLAT	Physique.
	HALLER	Chimie organique.
	JOANNIS	Chimie (Enseignement P. C. N.).
	JANET	Physique — —
	WALLERANT	Minéralogie.
	ANDOYER	Astronomie physique.
	PAINLEVÉ	Mathématiques générales.
	HAUG	Géologie.
	TANNERY	Calcul différentiel et calcul intégral.
	RAFFY	Application de l'Analyse à la Géométrie.
	HOUSSAY	Zoologie.
	H. LE CHATELIER	Chimie
	N	Chimie biologique.
Professeurs adjoints	PUISEUX	Mécanique et Astronomie.
	LEDUC	Physique.
	HADAMARD	Calcul différentiel et calcul intégral.
	MATRUCHOT	Botanique.
	MICHEL	Minéralogie.
	DAGUILLON	Botanique.
	BOUVEAULT	Chimie organique.
	BOREL	Théorie des fonctions.
	G. PRUVOT	Anatomie comparée.
	CAULLERY	Zoologie (Évolution des êtres organisés).
Secrétaire	A. GUILLET.	

A MA MÈRE

Je dédie ce modeste ouvrage pour toutes les angoisses qu'il lui a coutées.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554031_0068

AVANT-PROPOS

L'Expédition Antarctique française, commandée par le Dr J. Charcot (1903-1905), a relevé plus de 1 000 kilomètres de côtes nouvelles. J'ai réuni dans ce mémoire les observations que j'ai rassemblées comme géologue de l'expédition et l'étude que j'ai faite, au retour, des roches recueillies dans les régions explorées.

C'est avec joie que je consacre ces premières lignes à rendre un hommage sincère au chef, au marin devrais-je dire, dont l'initiative généreuse et hardie a su ramener le pavillon de la France dans ces mers antarctiques d'où il avait disparu depuis tant d'années.

J'adresse en même temps un souvenir ému à tous mes camarades, à ceux de l'état-major comme à nos braves matelots qui ont su, eux aussi, se dévouer à la science.

L'étude des roches a été faite dans le laboratoire de Minéralogie du Muséum d'Histoire naturelle, sous la haute direction de M. le professeur A. Lacroix, membre de l'Institut. Qu'il me permette de lui exprimer ici ma profonde reconnaissance pour la bienveillance avec laquelle il m'a toujours accueilli et pour le précieux enseignement que j'ai reçu de lui. Les trois années que je viens de passer auprès d'un maître qui sait mettre tant de charme dans un savoir si puissant me laisseront une empreinte ineffaçable.

A MM. les professeurs Vélain et Michel, qui furent, à la Sorbonne, mes premiers maîtres en géologie et en minéralogie et qui n'ont cessé depuis de me prodiguer leurs conseils et leurs encouragements, j'adresse également mes sentiments de la plus vive gratitude.

L'exploration de l'Antarctique a pris, dans ces dernières années, le caractère vraiment scientifique des méthodes modernes. Bien que les résultats définitifs des expéditions récentes ne soient pas encore tous publiés, j'ai pensé qu'il serait intéressant, au cours de ce travail, de donner un aperçu des publications parues. J'ai donc puisé largement dans ces mémoires et je me suis mis en relation avec leurs auteurs. A mes maîtres et devanciers en exploration, MM. les professeurs Drygalski et Nordenskjöld, à MM. Andersson, Arctowski, Ferrar, Philippi, Pirie, j'exprime mes plus sincères remerciements.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE — GLACIOLOGIE

PÉTROGRAPHIE

DES RÉGIONS VISITÉES PAR L'EXPÉDITION ANTARCTIQUE FRANÇAISE

(1903-1905)

Par E. GOURDON

GÉOLOGUE DE L'EXPÉDITION

PREMIÈRE PARTIE

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE

L'ANTARCTIQUE

De l'immense étendue glacée qui environne le pôle sud, on ne sait encore que fort peu de choses. Pourtant il semble dès maintenant hors de doute qu'elle soit occupée par un continent dont la superficie serait de beaucoup supérieure à celle de l'Europe. Mais on n'en connaît encore que la lisière mouvante de ses banquises et quelques lignes de côtes, bien minimes en comparaison du développement total de son pourtour.

Pendant longtemps, les navigateurs avaient dû se borner à de rapides campagnes d'été, qui ne leur avaient permis que de rares et courts débarquements sur les promontoires les plus accessibles. Aussi ne rapportaient-ils que des renseignements vagues et sans suite sur les terres visitées. Grâce aux moyens plus puissants des expéditions modernes, on est arrivé à forcer la barrière des glaces, à séjourner plus longtemps sur les côtes, et la « Belgica », hivernant pour la première fois dans

la zone antarctique (1898), a ouvert une ère nouvelle dans l'histoire de ces découvertes.

Au point de vue géologique comme au point de vue géographique, deux régions commencent à sortir de l'inconnu : l'une, la Terre Victoria, située sous le méridien de la Tasmanie et dont je résumerai les traits principaux à la fin de ce chapitre ; l'autre, gisant au sud de l'Amérique, qui fut en partie le siège des investigations de l'Expédition Antarctique Française et qui fera l'objet principal de cette étude.

Il est commode, pour la description, de diviser l'Antarctique en trois secteurs correspondant aux trois grands continents de l'hémisphère austral :

1° Secteur américain, entre 0° et 120° de longitude ouest ;

2° Secteur australien, entre 120° de longitude ouest et 120° de longitude est ;

3° Secteur africain, entre 0° et 120° de longitude est.

L'ANTARCTIQUE : SECTEUR AMÉRICAIN

PRÉLIMINAIRES. — HISTORIQUE

L'Antarctique américaine, qui forme l'avancée la plus septentrionale du continent austral, est constituée par un complexe d'îles et de terres groupées dans l'axe même de l'Amérique du Sud. Le fait qui frappe tout de suite quand on jette les yeux sur la carte est l'analogie saisissante qui existe entre cette région et celle de cap Horn et la symétrie parfaite par rapport au détroit de Drake des deux terres qu'il sépare. Nous verrons plus loin que cette ressemblance ne se borne pas au dessin des côtes et qu'elle se poursuit dans la constitution même du pays et dans la composition de ses roches.

Comme l'Amérique du Sud et, en sens inverse, le continent antarctique, à partir du 64° de latitude, cette région forme une longue péninsule de plus en plus étroite quand on remonte vers le nord et violemment recourbée vers le nord-est. Sa côte occidentale, bordée de hautes chaînes de montagnes, creusée de fjords profonds, flanquée d'îles nombreuses séparées par des canaux étroits, rappelle de très près la bordure occi-

dentale de la Terre de Feu. La côte est, avec ses formations basaltiques, offre d'autre part beaucoup d'analogie avec les plateaux de la Patagonie orientale.

Découverte par morceaux, la masse continentale porte des noms différents suivant les régions ; au nord, la Terre Louis-Philippe forme l'extrême pointe; sur la côte ouest, la Terre de Danco s'étend le long du détroit de Gerlache jusqu'au cap Renard, où commence la Terre de Graham, tandis qu'elle prend le nom de Terre Loubet sous le 67° de latitude; à l'est, c'est la Terre du Roi Oscar, puis la Terre de Jason.

A l'ouest du continent, s'étend un vaste plateau sous-marin d'où s'élèvent toute une série d'archipels montagneux échelonnés parallèlement à la côte : au nord, les Shetlands du Sud, séparées de la terre par un large bras de mer, le détroit de Bransfield ; en descendant vers le sud, on rencontre ensuite l'archipel de Palmer, beaucoup plus rapproché du continent, et qui forme la bordure extérieure du détroit de Gerlache ; enfin tout un dédale d'îles, d'îlots et d'écueils de petites dimensions, mais en nombre infini, égrenés au large de la côte : les îles Wauvermans, les îles du Kaiser Wilhelm, les îles Biscoe....

Au nord-est, l'île Joinville peut être considérée comme le prolongement de la Terre Louis-Philippe, dont elle n'est séparée que par le détroit de l'Antarctic.

Sur la côte orientale, beaucoup plus régulière, les îles sont plus rares ; en dehors du golfe de l'Erebus et du Terror, où s'élève la grande île Ross et les îles Véga, Seymour et Snow-Hill, on ne rencontre plus au sud que l'île Robertson et les nunataks des Phoques.

Au point de vue géologique, nous trouvons deux régions bien distinctes : l'une, de beaucoup la plus étendue, caractérisée par une série de chaînes plissées alignées du nord-est au sud-ouest est formée presque exclusivement de roches éruptives ; elle comprend la presque totalité du continent et toutes les îles de la côte occidentale ; l'autre, remarquable par ses plateaux basaltiques et ses formations sédimentaires, est limitée à quelques lambeaux de la côte orientale et aux îles qui la précèdent.

Telle est la physionomie générale de cette contrée. Avant de passer à

une description plus détaillée, je crois utile de rappeler en quelques lignes l'histoire des recherches effectuées avant les nôtres.

C'est à un Français, l'amiral Pierre Bouvet, que revient l'honneur de la première découverte antarctique. Le 1er janvier 1739, il aperçut par 54° de latitude sud et 26° de longitude est de Ténériffe une terre élevée, couverte de neige qu'il appela cap de la Circoncision. En 1772, Kerguelen découvre les îles qui portent son nom et y débarque l'année suivante. A cette même époque, Marion et Crozet découvrent également les petites îles qui ont reçu leur nom.

En 1773, Cook, au cours de ses fameux voyages de circumnavigation, franchit le premier le cercle polaire et visite la Géorgie du Sud ; en 1775, il aperçoit une côte, la « Thule Australe », puis une série de pics neigeux qu'il appela Terre de Sandwich.

Le premier débarquement sur une terre vraiment voisine du continent antarctique paraît devoir être attribué au capitaine anglais Williams Smith. En 1819, ayant pris une route très méridionale pour doubler le cap Horn, il aperçut par 62° de latitude des terres qu'il nomma les Shetlands du Sud; la même année, il y revint et put débarquer sur l'une d'elles, l'île du Roi Georges, qu'il compara aux côtes de Norvège et d'où il rapporta des galets d'un schiste gris trouvés sur le rivage ; Bransfield en dressa la carte.

Toute une flottille de baleiniers, à la suite de Sheffield, se trouva réunie en 1820 à l'île Déception, sous le commandement de Pendleton, qui envoya Palmer vers le sud ; celui-ci découvrit l'archipel qui porte aujourd'hui son nom. Palmer était accompagné du capitaine Powell, qui rapporta la carte des régions parcourues et qui, l'année suivante, découvrit les Orcades du Sud.

En même temps, le capitaine Bellinghausen, au service de la Russie, visitait les parages des Shetlands et des Sandwich ; puis, en 1821, au cours d'un voyage de circumnavigation, il découvre la Terre Alexandre Ier et l'île Pierre Ier et atteint la latitude de 70°.

En 1823, le baleinier anglais Weddell pénètre, par 34° 17′ ouest, jusqu'à la haute latitude de 74° 15′.

En 1829, le « Chanticleer », sous les ordres du capitaine H. Foster,

consacré plusieurs mois à des observations pendulaires dans ces hautes latitudes; le 7 janvier, Foster et le lieutenant Kendall débarquent sur un promontoire qu'ils baptisent cap Possession et qui est la pointe occidentale de l'île Hoseason. C'est de là, sans doute, que parle Webster, chirurgien de l'Expédition, lorsqu'il signale comme formant la côte un « granite or syenite » (1). Le « Chanticleer » gagna ensuite l'île Déception, où, pendant deux mois, mouillé dans l'intérieur même de ce curieux cratère, il poursuivit ses travaux scientifiques en un point appelé Pendulum Cove. Il rapporta quelques détails intéressants sur la constitution de cette île volcanique et sur les îles voisines; nous les rapporterons plus loin.

Le capitaine J. Biscoe, en deux remarquables voyages, parcourt un immense secteur de l'Antarctique; le 25 février 1831, il reconnaît une terre montagneuse, défendue par une barrière de glace impénétrable; il la suit sur une longueur de 150 milles et lui donne le nom de Terre d'Enderby; elle est située par 67° de latitude environ, entre 50 et 55° de longitude est de Greenwich. Dans un second voyage, il rallie les Shetlands du Sud et, voguant au sud-ouest, découvre l'île Adélaïde, le 15 février 1832, côtoie un grand nombre de petites îles, les îles Biscoe, et débarque sur l'une d'elles, qu'il appelle île Pitt. Il entrevoit dans l'est les hauts sommets d'une terre élevée qu'il nomme Terre de Graham, puis, remontant vers l'archipel de Palmer, reconnaît un de ses plus hauts pics, le mont William, au pied duquel il débarque.

En 1838, apparaît dans les mers australes la grande Expédition scientifique de Dumont d'Urville. Dans une première campagne, il visite les Orcades du Sud, reconnaît les îles Gibbs, Aspland, Obrien, le petit volcan de l'île Bridgeman, découvre la Terre de Joinville, la Terre Louis-Philippe, la Terre de la Trinité. Il rapporte une carte, excellente pour l'époque, la première ébauche de l'hydrographie de cette région. De nombreux documents scientifiques sont recueillis, et nous ferons souvent appel dans la suite aux précieuses observations réunies par M. Grange pour ce qui concerne la géologie et la géographique physique de cette région. Dumont

1) W.-H.-B. Webster, *Narrative of a Voyage to the Southern Atlantic Ocean*, in 1828-1830, vol. I, p. 138, London, 1834.

d'Urville fit une seconde campagne dans les glaces en 1839-1840; elle eut pour résultat la découverte de la Terre Adélie et de la Terre Clarie, sous la longitude de la Tasmanie. De la Terre Adélie, l'Expédition a rapporté quelques échantillons de gneiss.

En 1838 également, Wilkes explore les Orcades et les Shetlands et atteint 69° de latitude par 100° de longitude ouest; en 1840, il passa devant la terre Adélie quelques jours seulement après Dumont d'Urville.

En 1839, Balleny découvre les îles qui portent son nom.

Les célèbres expéditions de J. Ross sont encore de la même époque; il fit trois campagnes de 1839 à 1841. Dans la première, il découvrit la Terre Victoria; dans une autre, il longea la fameuse « Grande Barrière »; enfin, revenant dans le secteur américain, il visita les Terres Louis-Philippe et Joinville. Les roches rapportées par Ross ont été décrites dernièrement par M. Prior; ce sont en particulier des roches volcaniques provenant de l'île Cockburn (1).

Il faut signaler encore le voyage de Smiley, en 1842; il visita l'île Déception et n'y compta pas moins de treize bouches de volcan en activité.

Une longue période s'écoula ensuite, pendant laquelle les régions antarctiques furent complètement désertées.

Ce n'est que trente-deux ans après, en 1874, qu'avec le baleinier allemand Dallmann apparaît le premier navire à vapeur. Après avoir atterri à la Terre de la Trinité, Dallmann parcourut la côte occidentale de l'Archipel de Palmer, débarqua sur l'île Anvers, découvrit un vaste estuaire qu'il nomma le détroit de Bismarck et qui n'est autre que l'ouverture du détroit de Gerlache, et rapporta des renseignements très précis sur cette région, qui est celle que nous devions étudier plus tard avec Charcot.

En 1874, le « Challenger », au cours de sa célèbre campagne océanographique, s'avança au delà du cercle polaire, et ses travaux sont d'un grand intérêt pour l'histoire du continent antarctique. En 1892, l' « Active », qui côtoya l'île Joinville, avait à bord deux naturalistes : M. Donald et M. Bruce, le futur chef de l'Expédition Écossaise.

En 1893, le capitaine Larsen reconnaît la côte orientale de la Terre Louis-Philippe, au prolongement de laquelle il donne le nom de Terre

(1) Prior, Petrographical notes on the Rock-specimens collected in Antartic Regions during the Voyage of « H. M. S. Erebus » and « Terror » (*Mineralogical Magazine*, vol. XII, 1900, p. 86).

du Roi Oscar; il débarque au cap Seymour et y fait une importante découverte : il recueille les premiers fossiles qui aient été trouvés dans l'Antarctique. L'année suivante, il parcourut de nouveau cette côte, tandis que le capitaine Evensen, suivant la côte occidentale de la Terre de Graham, arrive en vue de la Terre Alexandre I^er^.

En 1894, le capitaine Christiansen débarque le premier sur la Terre Victoria, au cap Adare. C'est en ce même endroit que, trois ans plus tard, M. Borchgrevink hiverna dans une hutte et recueillit une intéressante collection de roches volcaniques et sédimentaires qui a été étudiée par M. Prior (1).

La même année 1897, la « Belgica », commandée par M. de Gerlache, hivernait dans le pack, au delà du cercle polaire. Organisée d'après les principes scientifiques modernes, cette expédition ouvrait une ère nouvelle dans l'exploration antarctique. Elle releva en détail le beau chenal qui a pris le nom de détroit de Gerlache, suivit quelque temps la côte de la Terre de Graham et passa en vue de la Terre Alexandre I^er^. M. Arctowski fit, au cours de cette mission, d'intéressantes observations de géographie physique, et il a recueilli des collections minéralogiques qui sont à l'étude.

En 1899, M. Chun, sur la « Valdivia », découvre l'île Bouvet et atteint 64° 15′ de latitude sud.

En 1901, trois grandes expéditions partent à la conquête du pôle sud.

Le « Gauss », avec le D^r^ E. von Drygalski (1901-1903), découvre la Terre de l'Empereur Guillaume II. M. Philippi y a récolté un intéressant basalte à leucite qui constitue le Gaussberg et qui a été étudié par M. Reinisch (2).

L' « Antarctic » (1901-1903) conduit le D^r^ Nordenskjöld à Snow-Hill; au cours de ses deux hivernages, le D^r^ Nordenskjöld (3), étudie la côte orientale de la Terre du Roi Oscar, pendant que le D^r^ J.-G. Andersson (4) fait d'importantes découvertes dans la Terre Louis-Philippe et dans la Géorgie. Cette expédition, que le naufrage de l' « Antarctic » mit pendant de longs mois dans une situation tragique, eut l'incomparable

(1) Prior, *Rep. « Southern Cross » Collections* (British Museum), 1902, p. 325.

(2) E. Philippi, *Geologische Beschreibung des Gaussbergs*, Berlin.

(3) O. Nordenskjöld, *Petrographische Untersuchungen aus dem westantarktischen Gebiete*, Upsala, 1905.

(4) J.-G. Andersson, *On the geology of Graham Land*, Upsala, 1906.

bonne fortune de rencontrer des terrains fossilifères d'une importance capitale pour l'histoire de l'Antarctique.

La « Discovery », commandée par le capitaine R. Scott (1901-1904), avec M. Ferrar comme géologue, rapporte une très belle étude de la Terre Victoria (1) et de la Grande Barrière. Le capitaine Scott a découvert la Terre Édouard VII et, dans un raid hardi, il a atteint la plus haute latitude sud où l'on soit parvenu : 82° 17′.

En 1902, la « Scotia », avec le Dr Bruce, découvre la Terre de Coats. M. T.-H. Pirie (2) étudie les roches des Orcades, et les sondages faits par l'expédition sont d'une grande importance.

L'Expédition Antarctique Française, commandée par le Dr Charcot, partit du Havre en août 1903. Après un court séjour dans la Terre de Feu, elle cingla vers le sud et vint atterrir aux Shetlands, devant l'île Smith. Serrant la côte d'aussi près que possible, elle releva la bordure extérieure de l'archipel de Palmer, c'est-à-dire des grandes îles Hoseason, Liége, Brabant, Anvers. Une avarie de machine l'obligea à relâcher pendant douze jours dans la baie des Flandres, au sud du détroit de Gerlache. Cette circonstance nous permit de visiter quelques points avancés vers l'intérieur des terres, grâce à la profonde échancrure qu'y découpe la grande baie.

Le « Français » touche ensuite à l'île Wiencke, puis, après deux tentatives infructueuses pour forcer le pack autour des îles Biscoe, il revient mouiller à l'île Wandel, où il établit ses quartiers d'hiver par 65° 05′ de latitude sud et 66° 18′ de longitude ouest de Paris. Au cours de nos dix mois d'hivernage, nous avons parcouru l'île et ses environs dans un rayon assez étendu; l'esquisse qui va suivre est le résultat de nos observations. Un raid de printemps, malheureusement effectué dans des conditions extrêmement pénibles, ce qui nous a obligés d'en réduire la durée, nous a cependant permis de visiter de nombreuses îles éloignées de notre station : l'île Lund, les îles Argentina, l'île Berthelot, et de débarquer en un point particulièrement intéressant de la

(1) *National Antarctic Expedition, Natural History*, vol. I, Geology : Field-Geology, par H.-L. Ferrar; Petrography, par G.-T. Prior.

(2) T.-H. Pirie, *On the Graptolite-bearing Rocks of the South-Orkneys.*

Terre de Graham, le cap Tuxen, où j'ai trouvé du gabbro. Nous avions en même temps acquis la certitude qu'il n'existait aucun passage vers l'Atlantique jusqu'à la latitude de 65° 30′.

La seconde campagne d'été a été marquée par la découverte de la Terre Loubet par 67° de latitude ; un malencontreux échouage, en nous obligeant à reprendre le large au moment où nous allions atteindre la terre, a interrompu tristement notre exploration. D'autre part, la Terre Alexandre, en vue de laquelle nous sommes parvenus le 13 janvier, était enveloppée d'une infranchissable barrière de glace. Mais un double séjour à Port-Lockroy, dans l'île Wiencke, a été mis à profit pour étudier en détail cette région. Enfin, au retour, nous avons pu débarquer sur l'île Anvers, l'île Liége et l'île Hoseason et y recueillir de précieux échantillons.

Ce sont les observations faites au cours de ces treize mois passés dans les glaces antarctiques que je vais exposer dans ce mémoire.

Pour la description des régions parcourues, je suivrai l'ordre géographique en allant du nord ou sud. Je ferai donc une esquisse des îles échelonnées sur la côte, qui sont les localités les mieux connues, car elles sont plus facilement accessibles : l'archipel de Palmer, l'île Wiencke, l'île Wandel, l'île Hovgaard, l'île Lund, puis les innombrables îlots disséminés par centaines autour des grandes îles. Je donnerai ensuite un aperçu de la bordure occidentale du continent, baie des Flandres, Terre de Graham, Terre Loubet et Terre Alexandre.

Enfin, pour compléter la physionomie de cette contrée, je résumerai les travaux de la « Belgica » de l' « Antarctic », qui, joints aux renseignements dus aux expéditions antérieures, commencent à jeter la lumière sur ces terres mystérieuses.

L'ARCHIPEL DE PALMER

Cet archipel se compose de quatre îles principales alignées, du nord-est au sud-ouest, entre 63° 40′ et 64° 50′ de latitude sud et 63° 50′ et 66° 40′ de longitude ouest de Paris, c'est-à-dire à hauteur de la Terre de Danco, sur la côte occidentale de l'Antarctique américaine. Ce sont ces îles qui

forment la bordure extérieure du détroit de Gerlache. Ce sont, en allant du nord au sud : île Hoseason, île Liége, île Brabant, île Anvers :

La première est assez isolée, mais les trois autres, séparées seulement entre elles par d'étroits bras de mer, semblent ne former qu'une même terre morcelée par de fines coupures. Leur rive orientale est en continuité presque parfaite, et les chaînes de montagnes qui la dominent sont dans le prolongement les unes des autres, dans la direction nord-est sud-ouest.

L'île Hoseason, la plus petite de ces îles, est de forme sensiblement triangulaire; son petit côté, dirigé est-ouest, fait face au nord; le sommet opposé regarde le sud. Le grand axe nord-sud qui aboutit à la pointe Angot a une longueur d'environ 26 kilomètres. L'île est occupée par un dôme de glace élevé, reposant sur des assises rocheuses qui se terminent à la mer en falaises abruptes. La côte nord est la plus élevée, et la roche y est nue grâce à son inclinaison; elle est environnée de récifs qui dressent devant le cap Barrow des pointes remarquables. Le trait le plus caractéristique de cette île est un curieux prolongement que sa côte septentrionale envoie vers l'ouest, sorte d'immense môle naturel qui se termine par une haute pyramide, le cap Possession. Cette péninsule, presque entièrement dépouillée de neige, forme au-dessus de la mer une haute falaise abrupte, précédée de récifs nombreux; deux petites plages s'étendent sur le versant nord, montrant un sable fin qui est une rareté dans cette région. Deux coupures étroites et tortueuses, larges au plus de quelques mètres par endroits, interrompent l'isthme qu'elles traversent de part en part. C'est dans un de ces goulets, extrêmement pittoresques avec leurs parois déchiquetées, découpées en aiguilles, en clochers, en tourelles, où la mer s'engouffre et serpente, que nous avons pu débarquer. La roche est constituée par une diorite quartzifère micacée, très altérée en général; le mica et l'amphibole sont souvent transformés en épidote et en chlorite, ce qui donne à la roche une teinte verdâtre. Elle forme de hauts talus d'éboulis appliqués contre la falaise, qui est en outre traversée de nombreuses diaclases verticales.

Le cap Possession, dominé par une belle pyramide, dont la couleur d'un gris jaunâtre tranche sur les neiges lointaines, paraît en voie de

désagrégation, si l'on en juge par les formes déchiquetées de ses arêtes et par les éboulis entassés à sa base. C'est là que Foster, en 1829, fit ses observations pendulaires.

L'île Liége, située à 45 kilomètres du cap Angot, est plus petite de beaucoup que les deux autres îles, Brabant et Anvers, qui bordent comme elle le détroit de Gerlache. De forme triangulaire, son plus grand côté n'a pas 35 kilomètres de long, dans la direction nord-est sud-ouest. Elle est bordée le long du détroit par une chaîne de montagnes, les monts Brüggmann, qui va en s'abaissant graduellement du sud au nord, pour se relever, avant de disparaître, en deux sommets coniques, qui dominent une double pointe séparée par une petite baie, à l'est le cap Neyt (Pl. IV, fig. 13), surmonté par le mont Allo; à l'ouest, la pointe Moureaux, dominée par le mont Pierre. L'Expédition de la « Belgica », qui a fait un débarquement au voisinage du cap Neyt, y a trouvé des diorites. C'est également une diorite quartzifère micacée que nous avons rencontrée sur un petit îlot situé entre l'île Liége et l'île Brabant, dans l'axe même de la chaîne de montagnes. Il y a donc toute vraisemblance que l'île Liége soit formée par cette diorite, au moins sur sa bordure orientale.

La partie occidentale de l'île, terminée par la pointe Chauveau, est basse et occupée par un glacier plat qui descend des monts Brüggmann ; sur la rive, les roches sont rarement visibles ; un front de glacier d'une quinzaine de mètres de haut la borde presque exclusivement.

Le chenal qui sépare cette île de l'île Brabant est très étroit et encombré de petits îlots dioritiques; c'est d'ailleurs presqu'à la nuit que nous l'avons exploré en baleinière, et nous n'avons que peu de renseignements.

L'île Brabant, beaucoup plus grande que les précédentes, est encore triangulaire ; le côté qui borde le détroit de Gerlache a plus de 130 kilomètres en ligne droite. La côte nord est profondément échancrée par la baie Bouquet de la Grye, tandis que, sur la côte est, s'inscrit la baie Guyou. Entre les deux baies, une presqu'île basse, la presqu'île Pasteur, se termine par le cap E. Roux. Le versant oriental de l'île est constitué par une chaîne, les monts Solvay, dont l'altitude augmente en allant vers le sud ; la pointe méridionale est abrupte et très élevée ; elle est entièrement

montagneuse et dominée par le mont Bulcke. Toute une série de pitons et de pics dominent la côte est au-dessus de la baie de Dallmann et, parmi eux, le mont Parry s'élève à une grande hauteur. La portion nord-est de l'île est au contraire basse et occupée par des glaciers plats. Nous n'avons affectué aucun débarquement sur l'île Brabant; mais l'aspect des côtes, que nous avons suivies de très près, rappelle celles de l'île de Liège, et tout porte à croire qu'elles ont la même constitution. En 1898, M. Arctowski, au cours de l'Expédition de la « Belgica », ayant débarqué au cap d'Ursel, au sud de la baie de Buls, dans le détroit de Gerlache, a trouvé du gabbro formant un nunatak, près de la côte (1); cette roche n'est sans doute qu'un terme plus basique de la même série éruptive que la diorite.

L'île Anvers, la plus importante de l'archipel, forme un vaste rectangle de 140 kilomètres de long sur presque 100 de large, dont le grand axe, dirigé nord-est sud-ouest, est parallèle à la direction générale du continent. Elle est séparée de l'île Brabant par le chenal de Schollaërt, dont l'entrée dans le détroit de Gerlache mesure à peine 15 kilomètres, mais qui s'ouvre largement sur l'océan, où il creuse la vaste baie de Dallmann, dans la côte ouest de l'île Brabant. L'axe du chenal suit la côte nord-est de l'île Anvers, et quelques petites îles couvertes de glace jalonnent l'ancienne côte de l'île Brabant; ce sont : l'île Gand, les îles Melchior, Sourrieu, Gouts, Guépratte, entourées de nombreux récifs.

La côte nord-est de l'île Anvers, très élevée à l'est, où viennent se terminer les chaînes montagneuses de l'île, s'abaisse rapidement vers l'ouest, où la pointe Bayle n'est qu'une croupe d'une trentaine de mètres de hauteur. Elle est profondément échancrée par deux fjords étroits, la baie Fournier et la baie de Lapeyrère, séparées par la pointe Gourdon. Nous avons pénétré dans la baie Fournier, qui est dominée par de hautes montagnes et entourée d'une colossale falaise de glace. La sonde indiquait des fonds de 50 mètres et ramenait une vase bleue très fine; la côte descend à pic sous la mer. A l'entrée de la baie, près d'un îlot surmonté d'une calotte de glace élevée, nous avons remarqué un iceberg tabulaire de grande taille, 40 à 50 mètres au-dessus de l'eau, ce qui indique, étant

(1) H. Arctowski, *Géographie physique de la région antarctique*, p. 41.

donné le pied formidable de cette grande masse, que le chenal de Schollaërt atteint au moins 300 mètres de profondeur.

La côte sud-est de l'île Anvers est le bord d'une grande chaîne de montagnes, les monts Osterrieth, dont l'altitude moyenne dépasse 1 000 mètres (Pl. V, fig. 15). La partie nord, depuis le cap V. Ryswick jusqu'à la baie de Borgen, forme une muraille presque ininterrompue dont la haute paroi sombre est dominée par un chapeau de neige ; c'est à peine si, çà et là, quelques lambeaux de glaciers peuvent s'accrocher dans les anfractuosités. Un certain nombre d'îlots, hauts de quelque 100 mètres, abrupts, sortes de pitons, sont égrenés devant la côte, dont ils ne sont souvent séparés, comme l'île Félicie, par exemple, que par une gorge étroite entre des falaises à pic. La baie de Borgen, qui entame cette côte, est peu profonde par elle-même, mais elle marque une inflexion brusque de la rive et une coupure dans la chaîne ; de larges glaciers se déversent par là dans le chenal de Roosen. La chaîne reprend ensuite sa direction nord-est sud-ouest ; vers l'extrémité de l'île, elle projette, à 1 536 mètres d'altitude, une belle pyramide, le mont William, signalé autrefois par Biscoe ; cette montagne, dont la silhouette hardie est un excellent repère pour la région, présente à l'est une arête escarpée qui vient plonger dans les eaux du chenal de Roosen à hauteur de Port-Lockroy. Au sud du mont William, quelques contreforts étagés, couverts d'une carapace de glace, descendent jusqu'au cap A. Lancaster, nettement infléchi vers le sud, et se perdent sous la mer en de perfides écueils ; le cap même n'est qu'une croupe glacée d'une cinquantaine de mètres de haut, bordée par une falaise de glace. Tout le long de cette côte, la montagne serre la rive de si près qu'elle ne laisse place qu'à un étroit piedmont-glacier, dont le front vertical rend tout débarquement impossible, et à quelques petits glaciers suspendus de peu d'importance ; seule la baie de Borgen livre passage à des glaciers encaissés.

La côte sud est basse ; elle est formée par le rebord des grands glaciers plats qui descendent de la chaîne orientale. Elle présente deux légères inflexions séparées par la pointe Roland-Bonaparte. De nombreux îlots rocheux et quelques petits promontoires bas et presque entièrement dépouillés de neige en été permettent d'y débarquer assez facilement. Nous avons pu, le 11 février 1904, visiter une petite presqu'île, située

non loin à l'ouest du cap A. Lancaster, presque au pied du mont William ; c'est là probablement que débarqua Biscoe, le 21 février 1832. Elle est constituée par une andésite augitique à hornblende et plagioclase, roche compacte verdâtre qui appartient vraisemblablement à un large filon. La roche principale de l'île Anvers, que je n'ai pu recueillir en place, le débarquement en question étant le seul que nous ayons effectué, semble être une diorite quartzifère dont j'ai rencontré des blocs au voisinage de l'andésite et qui rappelait l'aspect des roches des monts Osterrieth, autant que j'ai pu en juger à distance à notre passage dans le chenal de Roosen. Un peu au nord de la baie de Borgen, j'ai noté une grande tache d'un vert intense dans la haute muraille qui domine le chenal ; c'est, je pense, un dépôt superficiel d'atacamite provenant d'une altération de la chalcopyrite contenue dans la diorite ; j'ai en effet retrouvé la même coloration au pic Jabet, de l'autre côté du chenal, d'où j'ai rapporté des échantillons.

La côte ouest de l'île Anvers, celle qui fait face au Pacifique, est la plus basse ; c'est un front de glace uniforme, terminaison des immenses glaciers plats qui descendent en pente douce vers la mer ; c'est à peine si, çà et là, on aperçoit quelques petits nunataks émergeant de la neige. Au nord, une petite baie, la baie d'Abnour, où débouche un glacier très régulier, en forme de cirque, est précédée d'un dédale de petites îles, les îles Dufaure de Lajarte. Puis au sud, la baie Perrier, la baie de Hambourg où débarqua Dallmann, le 8 janvier 1875, n'offrent rien de remarquable. Le cap A. de Monaco n'est qu'une longue langue de glace dont la surface monte en pente douce et unie jusqu'au centre de l'île. Les récifs abondent devant la côte, et la pointe sud-ouest en particulier est enveloppée d'une ceinture d'îlots innombrables, dont quelques-uns, comme les îles Joubin, portent de petits pitons rocheux de 40 à 50 mètres de haut ; balayés par les vents de l'océan, ils sont presque entièrement dépouillés de neige ; sur les hauts fonds qui les avoisinent, de gigantesques icebergs sont échoués ; à fleur d'eau, on aperçoit la tête lisse et jaunâtre des écueils ; des brisants se montrent de tous côtés, indiquant les petits fonds.

Le centre de l'île Anvers est occupé par une haute montagne, le sommet du Français, dont l'altitude, la plus élevée qui ait été observée dans toute

la région, atteint 2869 mètres. De forme trapézoïdale, sa ligne de faîte rectiligne et dirigée est-ouest contraste avec la silhouette déchiquetée des crêtes environnantes dont la direction est nord-est sud-ouest. Ses pentes, très inclinées et entièrement couvertes de neige, paraissent peu accidentées ; elles s'appuient à l'est aux monts Osterrieth, tandis qu'elles se raccordent à l'ouest avec les glaciers inférieurs de l'île.

En résumé, l'archipel de Palmer est formé à l'ouest par une haute chaîne dioritique très escarpée, tombant directement dans la mer, qui se poursuit à travers les trois îles, Liége, Brabant et Anvers, du nord-est au sud-ouest. Le versant occidental est, au contraire, bas et plat et occupé par de larges nappes glaciaires.

L'ILE WIENCKE

Cette grande île, située dans la partie méridionale du détroit de Gerlache, allongée dans la direction même du canal, ne mesure pas moins de 85 kilomètres entre les caps Astrup et Errera, alors que sa largeur moyenne n'est que de quelques kilomètres. Le chenal de Roosen la sépare de l'île Anvers (Pl. V, fig. 15). Elle est traversée du nord au sud par une magnifique sierra aux crêtes dentelées, la sierra du Fief. Deux coupures transversales et profondes la divisent en trois parties presque égales. La portion nord, la plus étroite et la moins élevée, forme un promontoire imposant, le cap Astrup, muraille verticale, de couleur sombre, au sommet aplati couvert de neige; son pied est entouré d'une haute terrasse de glace sur laquelle tombent de nombreux éboulis de roches. La première coupure (Pl. I, fig. 4) correspond à la baie de Borgen ainsi qu'à un coude à angle droit du chenal de Roosen; il est donc probable que nous avons affaire là à une cassure de l'écorce terrestre transversale à la direction des plissements et comparable aux causses du Jura. Dans l'axe de la sierra s'est établi un glacier en forme de double talus qui empêche de se rendre compte de la profondeur de l'entaille.

La portion médiane de l'île est renflée au point d'atteindre 25 kilomètres de large. Parallèlement à la sierra du Fief, qui est ici haute et abrupte, court une petite chaîne mince, escarpée, extrêmement

crénelée; située le long du chenal de Roosen, elle paraît être la prolongation de la bordure orientale de l'île Anvers interrompue par la coupure transversale. Elle se termine au sud par le pic Jabet, qui a 525 mètres de haut (Pl. IV, fig. 14).

C'est au pied du pic Jabet que se trouve la petite anse de Port-Lockroy, l'une des plus précieuses découvertes de l'Expédition Antarctique Française. C'est en effet, avec Port-Charcot, dans l'île Wandel, le seul port de refuge qui existe sur cette côte si effroyablement inhospitalière. Profondément découpée dans le rivage de l'île Wiencke, dont le haut relief l'abrite des vents de nord-est, obstruée d'îlots et de récifs qui, ne laissant entre eux qu'une passe étroite, la protège contre les glaces flottantes, elle offre aux navigateurs un mouillage excellent, où ils peuvent séjourner en toute sécurité. Le fond, de vase molle, par 10 à 20 mètres de profondeur, est de bonne tenue; les pointes basses, comme la pointe Besnard, la pointe Lécuyer, de même que les îlots, sont d'accès facile; des rockeries de Pingouins et de Cormorans y sont établies, grosse ressource alimentaire. Enfin l'on peut atteindre ces parages pendant la majeure partie de l'année. On se rendra compte de l'importance de ce port, si l'on songe aux violentes tempêtes de ces régions et à la navigation si dure et si pleine d'aléas sur une côte faite de murailles de glace inaccessibles, et où les mouillages forains, c'est-à-dire ouverts vers le large, restent sans valeur, puisqu'ils laissent le navire exposé au choc des glaces. Outre le refuge qu'il offre aux marins en détresse, Port-Lockroy peut être pris par une expédition comme base d'opérations. Elle y peut établir des dépôts de vivres et de charbon, venir y déposer ses collections, s'y ravitailler en eau et en gibier, s'y reposer et y laisser de ses nouvelles, comme aussi y attendre du secours.

La pointe Lécuyer, située au sud de l'anse, est une éminence rocheuse de 35 mètres de haut, presque entièrement dépouillée de neige; elle envoie vers le nord une petite presqu'île basse formée de roches moutonnées et occupée par une rockerie de Pingouins. Elle est constituée par une diorite quartzifère micacée à pyroxène, d'un gris clair moucheté de noir et à grain moyen. Ces roches sont coupées de nombreuses diaclases, dont la direction principale est sensiblement nord-est sud-ouest (Pl. I,

fig. 3). Sur la côte ouest de la presqu'île, les joints sont souvent tapissés de cristaux aciculaires noirs de tourmaline, disposés en étoiles et mêlés à de la pyrite ; d'autres fois, c'est de la pyrite mélangée à de la chalcopyrite. Ces diorites à pyroxène, qui forment l'île Wiencke et les îlots qui s'y rattachent, n'ont été retrouvées, en dehors de cette localité, que sur un petit îlot situé à une vingtaine de kilomètres au sud de l'île Wandel. Elles ne diffèrent des autres diorites quartzifères de la région que par l'adjonction du pyroxène, et nous verrons qu'elles présentent les mêmes caractéristiques, abondance des plagioclases zonés automorphes, qui les rangent dans la série des roches du type andin.

On y rencontre quelques filons dont la couleur sombre tranche sur la teinte claire de la diorite ; ils sont formés par une labradorite augitique à deux temps de consolidation.

De nombreux blocs errants sont épars sur la presqu'île, et les quelques petites grèves découvertes çà et là à marée basse sont couvertes de galets apportés par les glaces flottantes. Une partie de ces blocs ne sont que des fragments de diorite détachés de la colline ou proviennent du démantèlement des filons ; mais, pour un certain nombre, il est impossible de leur assigner un gisement, puisqu'on ne les a trouvés en place nulle part. Ces roches n'en sont pas moins intéressantes par les indications qu'elles fournissent sur la composition générale du continent antarctique et par les questions qu'elles peuvent suggérer.

C'est ainsi que, sur la côte ouest, j'ai recueilli de larges plaques d'ardoise grise, malheureusement absolument dépourvue de fossiles. J'y ai trouvé également du basalte ainsi que des fragments d'une brèche basaltique ; cette dernière, que l'examen microscopique conduit à regarder comme formée à sec et comme provenant d'une cheminée d'éruption, pourrait bien être indigène ; les blocs se trouvaient en effet assez loin du rivage, en un point que les glaces flottantes ne peuvent atteindre, et leur taille, voisine de 1 mètre cube, écarte l'idée qu'ils aient pu être projetés par les vagues. Ils ont sans doute été apportés là par le glacier à l'époque de son extension plus grande. Le basalte, tout à fait semblable aux fragments que renferme la brèche, a probablement aussi la même origine. C'est un basalte normal, dont la surface est recouverte par un enduit blanc très

dur qui n'est autre qu'un phosphate d'alumine dû à l'influence de produits d'origine physiologique (guano des Pingouins), comme je le montrerai au chapitre de pétrographie.

Au fond de l'anse de Port-Lockroy, sur la pointe Besnard, qui reçoit à la fois les débris rocheux du glacier et les blocs apportés par les glaces flottantes, j'ai récolté un galet de granite, des fragments de labradorite et d'une brèche andésitique à éléments fins, vert pâle, bulleuse par endroits, malheureusement très altérée; enfin je dois signaler un bloc de gabbro, dont la présence n'est pas surprenante, puisque M. Arctowski a trouvé du gabbro en place dans une région voisine, l'île Brabant.

Au nord de Port-Lockroy, s'étend vers l'ouest une longue langue de glace bordée par une falaise de 10 à 15 mètres de haut; à son extrémité ouest se montrent à nu quelques roches moutonnées; ce sont des diorites; on y trouve de nombreux blocs d'une andésite amphibolique et micacée à labrador évoluant vers les microdiorites; certains de ces blocs sont recouverts du même enduit blanc de phosphate d'alumine que nous avons observé sur le basalte. A la base de la presqu'île, le rivage se creuse en une curieuse petite crique absolument circulaire, entourée d'une plage de vase et de sable fin, la seule plage de sable de quelque étendue (encore sa largeur ne dépasse-t-elle pas 3 ou 4 mètres) que nous ayons jamais vue.

Au pied du pic Jabet, tout à côté de cette crique, gît une moraine, de quelques centaines de mètres de longueur, élevée de deux ou trois mètres au-dessus des eaux et parallèle à la côte. Elle est formée de blocs de dimensions très variées pouvant atteindre plusieurs mètres de diamètre, généralement anguleux et qui sont pour la plupart dioritiques, comme le pic Jabet lui-même. Les diorites de ce sommet, d'après les échantillons qui m'ont été rapportés par le guide Dayné, sont profondément altérées. Les fentes et la surface extérieure de certains échantillons sont tapissées d'un minéral d'un beau vert de cuivre, qui est de l'atacamite. J'ai noté cette coloration verte, qui me paraît due à une altération chimique, en plusieurs endroits, notamment à l'île Anvers et à l'île Wandel, toujours dans des massifs dioritiques.

Dans la portion méridionale de l'île Wiencke, de nouveau rétrécie

comme la région du nord, nous n'avons qu'une chaîne unique, formée d'une série de pics bien isolés et dont la silhouette vigoureuse a une allure superbe. C'est d'abord le sommet Luigi de Savoie, qui porte à 1 400 mètres d'altitude un chapeau de neige en forme de couronne royale; puis le pic Janssen (1 083 mètres), le pic Dayné (658 mètres) et enfin l'imposant cap Errera, dressé comme un phare devant l'entrée du détroit de Gerlache. Cette chaîne est très vraisemblablement dioritique. J'ai cependant remarqué, au pied du pic Luigi de Savoie, dans le col qui sépare les deux tronçons de la chaîne, un massif en forme de table horizontale, paraissant de loin présenter des stratifications; je n'ai pu malheureusement l'aborder.

En résumé, l'île Wiencke est constituée par une longue chaîne dioritique, la sierra du Fief, à laquelle vient s'accoler, dans son tiers moyen, une seconde chaîne dioritique parallèle à la première; la vallée qui sépare les deux chaînes n'est en réalité que le prolongement du chenal de Roosen, et il serait bien curieux de connaître l'épaisseur du glacier qui l'occupe. Quant à la chaîne occidentale, on en pourrait voir l'origine au nord dans la chaîne orientale de l'île Anvers et la continuation au sud dans les hauteurs de l'île Doumer.

Cette petite île, située au sud de Port-Lockroy, est recouverte entièrement par une calotte glaciaire. Trois mamelons, l'un au nord, les deux autres au sud, lui donnent un modelé assez accentué; mais le glacier y est peu accidenté, en pente douce, et la roche n'est à nu qu'en quelques points, près de la côte. La roche est une diorite quartzifère micacée à pyroxène, identique à celle de l'île Wiencke. Sur la côte occidentale, elle est parfois profondément altérée, et les fentes sont remplies par de la pyrite jaune d'or. A la pointe nord-est, j'ai trouvé un bloc de basalte un peu différent de celui de Port-Lockroy, qui était un basalte normal; ici c'est un basalte amphibolique.

La côte nord, à peu près rectiligne, présente en son centre une légère avancée au-dessus de laquelle s'élève une belle moraine haute de plus de 60 mètres en son centre; elle forme un vaste demi-cercle, adossé au glacier dans une direction perpendiculaire au chenal de Roosen. Les blocs sont tantôt anguleux, tantôt usés, mélangés à de la boue glaciaire. Cette

moraine (Pl. I, fig. 5) est un témoin de l'extension glaciaire antérieure, comme on verra plus loin. Parmi les blocs, j'ai récolté une curieuse roche de couleur rouge-brique, extrêmement bulleuse, qui est un type très vitreux de labradorite à olivine.

L'ILE WANDEL

La petite île Wandel a acquis pour nous une grande importance par le fait que nous y avons passé près de dix mois d'hivernage et qu'elle a été le centre de nos observations. Ce long séjour nous a permis de l'étudier en détail et de pousser des reconnaissances dans la région environnante.

Malheureusement, la nature accidentée du sol et l'épaisse couverture de glace qui en cache la majeure partie limitent beaucoup les recherches; d'autre part, la constitution des roches, appartenant exclusivement à des types éruptifs le plus souvent d'un genre banal, et l'absence de terrains sédimentaires diminuent sensiblement l'intérêt géologique de cette localité. Elle reste cependant, par la fraîcheur de ses roches, qui m'ont fourni de beaux échantillons, et par la variété des types que l'on y rencontre, un excellent exemple pour l'étude de la contrée.

La position moyenne de l'île Wandel est par 65° 05′ de latitude sud et 66° 18′ de longitude ouest de Paris (1). Séparée de la Terre de Graham par le chenal de Lemaire, dont la largeur par endroits n'atteint pas 900 mètres, elle s'allonge, parallèlement à la côte, sur une longueur d'un peu plus de 8 kilomètres. Deux massifs montagneux, d'importance inégale, situés, dans le prolongement l'un de l'autre, sur une ligne nord-nord-est sud-sud-ouest, et réunis par une étroite langue de glace longue de 1 kilomètre, lui donnent un aspect caractéristique que Charcot a comparé à une haltère.

Le massif nord ou mont Lacroix (Pl. II, fig. 8) a la forme d'une demi-lentille placée de champ; la crête, haute de 642 mètres au point culminant, est irrégulièrement arrondie en demi-cercle; les flancs sont presque verticaux et sillonnés de trois ou quatre profondes rainures ver-

(1) Voir le cartouche annexé à la carte, à la fin du volume.

ticales. La base de la montagne est environnée d'un étroit piedmont-glacier, sorte de terrasse adossée au rocher et terminée à la mer par une falaise de 20 à 25 mètres. Le mont Lacroix est constitué par une aplite à grain fin, de couleur gris clair, extrêmement riche en petits cristaux de pyrite ; aussi les surfaces exposées à l'air sont-elles colorées en jaune par la limonite d'altération, dont les longues traînées sur les pentes de la montagne avaient fait baptiser celle-ci par nos matelots : le mont Rouillé.

Le massif sud (Pl. XI), beaucoup plus étendu, forme une crête irrégulière qui s'élève du sud au nord jusqu'au sommet Gourdon, le point le plus haut de l'île, à 952 mètres d'altitude; puis l'arête bifurque en une fourche ouverte vers le nord. Entre les deux branches s'est établi un petit glacier qui se déverse dans la baie de Port-Charcot par une série de cascades de glace hérissées de magnifiques séracs. La branche de l'est se termine à pic dans le chenal de Lemaire, tandis que celle de l'ouest, plus vivement incurvée, descend par étages successifs et s'allonge en une petite presqu'île dirigée vers l'ouest. Le pic Louise (675 mètres), coiffé d'un petit chapeau de neige, est une immense muraille verticale, grise et nue, sur laquelle on n'accède que péniblement par une étroite cheminée très dangereuse. Les gradins inférieurs, le sommet Guéguen (Pl. V, fig. 16), et la colline Jeanne, dirigés vers l'Ouest, sont beaucoup moins abrupts; le premier présente cependant au-dessus de la baie de la Salpêtrière un à-pic de quelques centaines de mètres ; mais le flanc nord est couvert d'éboulis très accessibles. La colline Jeanne forme un mamelon arrondi, haut de 195 mètres, montrant la roche à nu sur le flanc nord, tandis qu'une pente neigeuse descend vers le sud. Au pied de cette colline, la presqu'île est coupée par une brèche curieuse, le défilé de la Hache (Pl. II, fig. 9), due au démantèlement de la roche par les agents atmosphériques ; la hauteur située à l'ouest est la plus désagrégée ; elle est formée par une diorite profondément altérée, recouverte de limonite. La présence sur ces rochers d'une rockerie de Pingouins, qui comprend parfois plus d'un millier d'individus, ne me paraît pas étrangère à la décomposition de la roche. Il est possible que, sous l'action du guano, les éléments ferreux subissent une oxydation plus active.

Cette chaîne de montagne est constituée par une diorite quartzifère

micacée, d'une grande fraîcheur en général, d'un gris plus ou moins foncé suivant l'abondance des éléments ferro-magnésiens ; elle reste cependant en général de couleur claire, tachetée par des enclaves amphiboliques. Riche en plagioclases zonés, nous verrons plus loin ses grandes analogies pétrographiques avec la série andine de l'Amérique du Sud. Elle est coupée par de nombreux joints qui la divisent en parallélipipèdes plus ou moins réguliers; presque toujours l'une des directions de ces joints est nord-est sud-ouest, parallèle aux grandes cassures de la région. Au pied du pic Louise, le dernier contrefort est comme débité au couteau en tranches épaisses de 50 à 60 centimètres, inclinées d'une dizaine de degrés sur la verticale et dirigées nord-ouest sud-est ; elles sont souvent séparées par des filons diabasiques très altérés qui ont une tendance à se diviser en prismes et même à se désagréger en boules (Pl. I, fig. 1).

Le délitement sur les crêtes n'est pas aussi intense que l'on pourrait penser par suite de l'action du gel ; cela tient à la sécheresse de la neige à ces hauteurs, où l'évaporation intense et le froid rigoureux ne permettent pas à l'eau de se former. D'autre part, la carapace glacée qui recouvre la majeure partie de la montagne lui est une enveloppe protectrice contre les agents atmosphériques. Aussi les éboulis sont-ils relativement peu nombreux ; on n'en trouve que sur le flanc nord du sommet Guéguen.

Au-dessus de la colline Jeanne, entre elle et le sommet Guéguen, on rencontre une légère dépression, en forme de selle, jonchée de blocs ne dépassant pas 50 centimètres de plus grande dimension, d'une couleur gris clair. C'est une trachy-andésite à hornblende et mica. La surface des blocs est profondément corrodée, caverneuse, creusée de petites cavités arrondies semblables à l'empreinte que laisserait un doigt dans la terre glaise ; mais la cassure montre une roche microlitique fraîche, rude au toucher, constellée de petits cristaux de feldspath et de hornblende. Bien que je n'aie pu atteindre la roche en place, à cause de l'épaisseur des débris accumulés, une telle abondance de blocs d'une roche que l'on ne retrouve nulle part ailleurs et qui couvrent ici une aire étroite et nettement limitée me porte à croire que nous avons bien affaire à une roche indigène. Il est très vraisemblable que cette andésite provient du démantèlement d'un filon, d'une cheminée qui s'est fait jour à travers la diorite.

Au pied même de cette hauteur, j'ai recueilli un bloc d'une roche dont la composition minéralogique rappelle celle-ci, quoique plus voisine des andésites franches; elle diffère totalement de la précédente par sa couleur foncée, et, comme elle se trouvait tout au bord de la mer, on peut la supposer apportée par les glaces flottantes.

Enfin je dois signaler, sur le flanc nord de la colline Jeanne, à une centaine de mètres d'altitude, un petit gisement de quartz intercalé dans la diorite; les cristaux, assez gros, ayant jusqu'à 8 centimètres de diamètre, sont corrodés, et leurs faces sont souvent arrondies. Ils sont mêlés à quelques cristaux ternes de calcite. C'est le seul gisement de minéraux que j'ai rencontré dans la région.

La presqu'île occidentale de l'île Wandel (Pl. II, fig. 7) est terminée par une petite hauteur de 61 mètres, la colline du Cairn, de nature différente de celle du reste de l'île. Elle est formée par un granite à amphibole à grain moyen de couleur claire, légèrement rosée; les diaclases le divisent en gros blocs, et l'intervalle est souvent rempli par de minces filons de pegmatite. Comme la diorite, il renferme de nombreuses enclaves amphiboliques qui parsèment la surface claire des blocs de taches noires arrondies (Pl. VIII, fig. 29). L'ensemble de la colline est un amas de roches moutonnées (Pl. VI, fig. 20) qui descendent en pente douce vers la mer, où elles montrent un magnifique poli. Au sud-ouest, la colline est prolongée par une formation glaciaire en dos d'âne dont il sera parlé plus loin et qui se termine par un mur vertical d'une vingtaine de mètres au sud-ouest. La pointe nord, au contraire, où la roche est à nu, s'abaisse doucement et se continue avec un îlot granitique, l'îlot Cholet, qui n'est isolé à marée basse que par quelques centimètres d'eau. La côte ouest, très découpée, est bordée de roches moutonnées granitiques qui laissent à découvert, à marée basse, de petites grèves; facilement accessible, cette bordure est une mine précieuse de blocs de toutes sortes apportés par les glaces flottantes, qui viennent s'échouer sur le rivage; j'y ai rencontré de nombreux galets de quartzite, des fragments d'andésite, une brèche ignée, un granite rose à gros grain que je n'ai vu nulle part en place, et un certain nombre de roches que je n'ai rencontrées que là, en particulier une dacite dont le terme manquait dans

la série pétrographique et surtout un microgranite alcalin d'un haut intérêt. Cette dernière roche, en effet, présente des caractéristiques chimiques et minéralogiques tout à fait opposées à celles des autres roches éruptives de la région ; c'est un microgranite à pyroxène et amphibole sodiques, très riche en alcalis et presque entièrement dépourvu de chaux. Comme nous le verrons plus loin, elle est tout à fait en dehors du cadre de notre province pétrographique, caractérisée par un magma pauvre en potasse et riche en chaux. Elle se rapproche au contraire par sa composition chimique de certaines roches de la Terre Victoria. Elle soulève donc un problème nouveau. Ne serait-elle pas l'indice de l'existence plus au sud d'une autre province pétrographique? L'objectif de la prochaine Expédition du Dr Charcot étant la Terre Alexandre Ier, je m'efforcerai d'y retrouver les traces de cette roche ou tout au moins de roches analogues. Mais ne constituerait-elle qu'une exception dans la province précédente qu'il serait intéressant d'en rechercher le gisement et d'en étudier la nature.

La pointe Hervéou, la plus avancée de cette côte, forme une langue basse sans doute occupée autrefois par le glacier qui se termine maintenant en arrière par un grand mur vertical d'une vingtaine de mètres de haut ; quoique l'on n'y voit pas de roches striées, les polis glaciaires, le sable fin et la boue glaciaire qui remplit les cavités indiquent nettement un séjour prolongé des glaces. Le granite à amphibole y est traversé par un beau filon de 2 mètres de large, dont la couleur verte tranche sur le gris clair du granite ; sa direction est sensiblement est-ouest ; la roche en est très altérée, divisée en feuillets analogues aux plaques de phonolites et parallèles aux salbandes ; c'est une andésite feldspathique.

Ces filons sont assez communs dans cette région ; on en rencontre plusieurs sur cette côte ouest, et on les retrouve sur les bords de la baie de la Salpêtrière, de l'autre côté de la colline du Cairn ; en ce dernier point, la roche a souvent la structure fluidale. Dans la partie nord de la colline du Cairn, près du mouillage du « Français », j'ai trouvé également un filon d'une labradorite à structure franchement ophitique, évoluant par conséquent vers les diabases. Enfin, sur toute la côte, on trouve de nombreux blocs de brèche andésitique.

Cette presqu'île granitique de l'île Wandel détermine deux baies, la

baie de la Salpêtrière ouverte au sud, et Port-Charcot, ouvert au nord. La première est bordée sur presque tout son pourtour par un piedmont-glacier, dont la haute muraille est inabordable ; seul le fond de la baie, au pied de la colline du Cairn, est en pente douce. La baie paraît assez profonde, à en juger par la taille des icebergs qui y pénètrent et par le nombre des grands Cétacés qui y circulent. Port-Charcot, beaucoup plus vaste, fermée à l'est, par le beau mont Lacroix, n'a que des fonds de 40 à 80 mètres ; à l'est, elle présente la haute falaise des piedmont-glaciers qui s'appuient aux montagnes ; mais sa portion occidentale offre une côte basse, découpée d'anses et de criques, surmontée seulement d'une banquette glaciaire de 1 mètre ou 2. Un grand nombre des blocs errants que j'ai étudiés à la fin de ce volume proviennent de cette côte : andésistes, brèches, diabases, schistes cristallins et quartzites. C'est dans l'anse la plus occidentale, véritable petit port fait à la mesure de notre navire, que le « Français » passa les longs mois de notre hivernage. Largement ouverte, la baie n'offre peut-être pas un abri aussi sûr que Port-Lockroy, dans l'île Wiencke, car elle est exposée aux grands vents de nord-est, et les glaces de quelque dimension peuvent y devenir dangereuses. L'île Wandel est néammoins un excellent refuge plein de ressources par sa rockerie populeuse et ses baies, où le poisson fréquente. L'accès en est facile pendant une grande partie de l'été. Plus méridionale et plus au large que l'île Wiencke, elle est un bien meilleur observatoire, et déjà il a été question plusieurs fois en Argentine d'y établir une station permanente.

En résumé, l'île Wandel appartient à deux formations distinctes : à l'ouest, un massif dioritique, qui constitue les hautes chaînes, et nous verrons que l'aplite du mont Lacroix a plus d'affinité avec les diorites qu'avec les granites et doit donc être rattachée à ce massif ; à l'ouest, un massif granitique peu élevé, peu étendu dans l'île même, mais auquel semblent devoir se rattacher les innombrables îlots et récifs parsemés dans l'ouest : l'île Rallier du Baty, les îles Rollet de Lisle, les îles Pernambuco...

Les contacts de ces deux massifs sont malheureusement cachés sou les neiges, et il n'est pas possible de leur assigner un âge respectif certain. Cependant le fait que les granites occupent toujours des îlots bas et,

d'autre part, la rencontre d'enclaves granitiques dans la diorite, permettent de supposer que le massif granitique est le plus ancien.

L'ILE HOVGAARD

L'île Hovgaard, située au sud-ouest de l'île Vandel, est presque entièrement couverte par une vaste calotte glaciaire, haute de 400 mètres environ, allongée dans la direction nord-est sud-ouest sur une longueur de près de 5 kilomètres et une largeur de $2^{km},5$. Vue du large, elle a l'aspect d'un dôme parfait entièrement blanc; c'est à peine si quelques petits nunataks apparaissent à sa base. Les flancs nord et ouest sont réguliers, quoique très inclinés, et finissent en pente douce à la mer sur une bordure de roches moutonnées granitiques semblables à celles de la côte ouest de l'île Wandel. Au contraire, les versants est et sud sont crevassés et présentent des abrupts de glace d'une grande hauteur ; ils se terminent à la mer par une falaise verticale d'une vingtaine de mètres de haut assez irrégulière; la roche, qu'on aperçoit de loin en loin, à marée basse, descend à pic sous les eaux.

L'île Hovgaard projette vers le nord une petite presqu'île de 2 kilomètres de longueur, rattachée à elle par un isthme étroit, et si bas qu'il est en grande partie recouvert par la haute mer. Cette presqu'île est occupée pas une petite colline de 40 à 45 mètres de hauteur, constituée exactement comme la colline du Cairn. Comme elle, granitique, elle est formée de roches moutonnées en partie dépouillées de neige sur le versant nord-est, tandis qu'au sud-ouest s'étale un petit glacier en dos d'âne terminé par un mur vertical de glace.

L'île Hovgaard paraît être entièrement granitique ; c'est comme à l'île Wandel un granite à amphibole; mais il est à grain plus fin. Sur les grèves, on trouve quelques galets apportés par les glaces flottantes, entre autres des quartzites ; vers la pointe nord, la pointe Pléneau, j'ai recueilli un bloc verdâtre de chlorito-schiste actinolitique, ainsi qu'une rhyolite à quartz globulaire, qui est le terme le plus acide de la série microlitique de toute la région. Malheureusement, ce sont des blocs errants, et l'on n'a aucune donnée sur leur gisement.

Sur la côte orientale de l'île, à quelque 30 mètres au-dessus du niveau de la mer, on remarque une ancienne moraine témoin de l'extension antérieure du glacier ; il en sera question au chapitre de glaciologie.

L'ILE LUND

Beaucoup plus petite que les précédentes, cette île est située à quelques kilomètres au sud de l'île Hovgaard. Elle est formée de portions de terre réunies par un isthme étroit. La partie nord, plus étendue que l'autre, occupée par une hauteur de 80 à 100 mètres, dont le versant sud-ouest est occupé, comme sur toutes ces petites îles, par un glacier en dos d'âne terminé par une falaise verticale de 15 à 20 mètres de haut. Sur le flanc nord de la colline, la roche est souvent à nu et offre même une falaise très escarpée entaillée par une brèche profonde. A l'époque où nous avons visité l'île, à la fin de novembre 1904, les Mousses, les Lichens et même une petite Graminée poussaient en abondance dans les rochers et réjouissaient nos yeux comme un paysage de contrée verdoyante. La roche est une diorite quartzifère micacée à grain fin ; elle est altérée et constellée de petits cristaux de pyrite. De nombreuses enclaves basiques font des taches noires sur le gris de la roche. Elle est traversée par des filons verdâtres d'andésite ainsi que par quelques filons de brèche ignée.

La partie sud de l'île est granitique ; elle n'a qu'une quarantaine de mètres de hauteur ; la disposition du glacier est la même que dans la région nord. Le granite est identique à celui de l'île d'Hovgaard, granite à amphibole à grain fin ; il renferme des filons verts d'andésite micacée, dont l'épaisseur varie de 20 à 30 centimètres. Au large de l'île Lund, j'ai visité un îlot bas formé par une diorite quartzifère micacée à pyroxène.

LES ARCHIPELS DEVANT LA TERRE DE GRAHAM

La Terre de Graham est précédée à l'ouest sur toute sa longueur par un plateau continental qui paraît s'étendre fort loin. Une série de sondages seraient intéressantes à effectuer sur ce plateau pour en déterminer l'étendue ; mais son existence est révélée par le nombre extraordinaire

d'îles, de récifs et de hauts fonds qui rendent la navigation si périlleuse dans cette région. Nous avons déjà parlé avec quelques détails de trois de ces îles, Wandel, Hovgaard et Lund, véritables débris du continent dont elles ne sont séparées que par un étroit bras de mer.

La plupart des autres îles sont basses et recouvertes entièrement par des calottes glaciaires. Le type en est fourni par les îles Wauwermans (Pl. I, fig. 6), dont les calottes bombées ressemblent à d'énormes macarons posés sur la mer. C'est à peine si, à marée basse, un mince liséré rocheux apparaît au-dessous de la glace. Ces îles, situées immédiatement au sud de l'île Anvers, rejoignent vers le sud les îles du Kaiser Wilhelm, le plus inextricable dédale d'îlots de toute la côte. Au voisinage de l'île Wandel, ils ne se distinguent souvent pas des icebergs, et les roches à fleur d'eau qui les entourent offrent de gros dangers pour la navigation. Beaucoup sont recouvertes, comme les îles Wauwermans, par une calotte de glace; mais un certain nombre sont complètement dépouillées de neige et montrent alors de belles roches moutonnées. Elles sont en général granitiques; cependant, sur l'un des îlots les plus sud de cet archipel, j'ai rencontré de petits nunataks formés par une diorite quartzifère à pyroxène.

Les îles Argentina, au sud de l'île Lund, ont été visitées au cours du raid de printemps. Quelques-unes sont élevées de quelque 100 mètres et forment une série de petites collines allongées du nord au sud ; séparées les unes des autres par de pittoresques petits canaux, elles présentent souvent d'assez larges espaces dépouillés de neige, en été du moins; notre visite date de décembre 1904. Elles paraissent en grande partie formées de diorite traversée par des filons andésitiques. Sur un petit îlot, qui n'a pas reçu de nom, j'ai trouvé une andésite à labrador altérée, de couleur vert-olive et divisée en blocs parallélipipédiques. Sur une colline, j'ai remarqué un large espace rocheux recouvert d'un enduit blanc qui me paraît être de même nature que celui que j'ai signalé sur une basalte de l'île Wiencke. Entre ces îles et le cap Tuxen, nous avons campé sur l'une des petites îles Jallour; formé par une roche volcanique très altérée, qui paraît être une andésite, cet îlot très demantelé était en partie dépouillé de neige et occupé par une rockerie de Pingouins.

L'île la plus méridionale sur laquelle nous ayons atterri est l'île Berthelot, par 65° 20′ de latitude. Élevée de 180 à 200 mètres en son point culminant, entourée d'une haute falaise escarpée et couronnée d'une mince calotte de neige, cette île ressemble de loin à un gros diamant enchâssé. La muraille sombre qui la borde est entaillée de gorges sauvages dont les parois tombent à pic sur la mer. Des entassements de blocs gigantesques donnent aux flancs de la colline un caractère très imposant. Des îlots rocheux flanquent les abords de cette citadelle ; l'un d'eux, surmonté d'un énorme talus de neige, m'a fourni des échantillons d'une labradorite altérée à facies diabasique, provenant d'un filon.

Plus au sud, l'île Darboux présente la même forme en table que l'île Berthelot.

On rencontre des îles à une grande distance de la côte, ainsi les îles Quintana et les îles Roca, et surtout l'île Victor-Hugo, qui est à plus de 200 kilomètres.

Par 65° 20′ de latitude sud et 66° 38′ de longitude ouest, Biscoe a placé une grande île découpée de plusieurs baies ; il débarqua sur l'une d'elles, qu'il décrit comme bien abritée. Il donna à cette île le nom de Pitt. C'est sans doute une des grandes calottes neigeuses aperçues dans le sud au cours de notre raid de printemps ; mais, pendant notre croisière d'été, elle nous est restée constamment cachée par les brumes.

Deux pitons coniques signalent un peu plus au sud des avancées de terre qui sont probablement des îles ; les glaces nous ont empêchés de les approcher.

Enfin nous avons pu fixer un certain nombre des îles Biscoe, aux environs du cap Waldeck-Rousseau : l'île Cl. Marckham, l'île Rabot, l'île Nansen. Ce sont des calottes glaciaires, quelquefois d'une grande étendue.

LA BAIE DES FLANDRES

Cette large échancrure, qui entaille si profondément la partie méridionale de la Terre de Danco, est située exactement à hauteur de l'extrémité sud de l'archipel de Palmer. Il semble que la côte sud-ouest de l'île Anvers forme avec la côte nord de la baie des Flandres le bord d'une

même cassure jalonnée encore par l'île Doumer et le cap Errera. Perpendiculaire à l'axe du détroit de Gerlache, sa direction est sud-est nord-ouest, parallèle à celle de toutes les dépressions transversales de la région.

La profondeur de la baie est d'environ 80 kilomètres à partir du cap Renard. C'est la seule partie de la Terre de Danco que nous ayons explorée.

Découverte en 1898 par la « Belgica », elle avait été sans doute aperçue auparavant par Dallmann (1873); mais le fond masqué par la brume avait induit en erreur le baleinier allemand, qui crut avoir affaire à un large détroit courant à l'est et faisant communiquer l'Atlantique avec le Pacifique.

La côte est dominée par de hautes montagnes entre lesquelles d'immenses glaciers déversent leurs flots de glace; partout où quelque neige a pu s'accrocher, le roc a disparu, et les crêtes les plus aiguës montrent le liséré blanc de leur chapeau de neige. Seules les parois verticales restent à nu, d'autant plus sombres dans leur cadre blanc; elles tombent à pic dans les eaux transparentes, où l'œil peut les suivre longtemps. La côte méridionale est particulièrement escarpée, et c'est elle qui présente les plus hautes cimes; les glaciers y sont profondément encaissés, et leur extrémité, comblant les petites baies où ils débouchent, se termine par un front vertical haut de 20 mètres et plus, tendu comme une muraille d'un promontoire à l'autre. Aussi les sinuosités de la côte sont-elles en partie effacées, et le seul relief saillant qui mérite d'être signalé est le cap Rahir, pointé vers le nord et couvert d'une épaisse carapace de glace.

Le fond de la baie est occupé par de hautes pyramides autour desquelles descendent en pente douce les glaciers de l'intérieur du continent, en sorte que ces glaciers, groupés par deux, ressemblent aux rampes circulaires d'un immense escalier en fer à cheval.

Sur la côte nord, les montagnes s'abaissent peu à peu lorsque l'on va de l'est à l'ouest; en même temps, elles s'éloignent du rivage, laissant la place à un immense glacier en cuvette dont le bord est fragmenté en grands blocs parallélipipédiques. Le cap P. Willems, qui marque l'entrée sud du détroit de Gerlache, est une grande langue de glace montant en pente douce vers la montagne sous forme d'un glacier plat. Une muraille

de glace de 20 à 25 mètres la termine au bord de la mer, et l'on n'aperçoit du socle rocheux qu'un mince liséré jaunâtre à fleur d'eau.

Le « Français » a passé treize jours dans cette baie, accroché à la banquise qui en occupait le fond, exposé à tous les aléas des mouvements incessants des icebergs qui circulent dans la baie. Au voisinage de ce mouillage précaire, derrière le cap Rahir, s'élevait une curieuse pyramide de neige (Pl. VIII, fig. 28), haute d'une quarantaine de mètres et dont le sommet est aigu comme une flèche de cathédrale. Distante du glacier de 100 mètres à peine, elle paraît être un vestige d'une ancienne extension de ce glacier. Au pied de cette éminence, s'étend une petite grève qui découvre à marée basse; elle est formée par une accumulation de galets, de blocs roulés et d'un peu de sable. On y trouve des quartzites, du granite et des diorites; quelques blocs de granite de plusieurs mètres cubes de volume émergent çà et là de la mer; mais la roche principale paraît être la diorite.

Un petit nombre d'îlots bas surmontés de hautes calottes neigeuses sont à signaler dans la baie; à l'entrée, les îles Guyou, dont le liséré rocheux est à peine perceptible; au fond, les îles Moureaux, calottes jumelles réunies par un isthme bas; le socle en est constitué par un granite à amphibole admirablement poli et comme truffé par de nombreuses enclaves basiques noires. Sur une petite grève à la jonction des deux îles, j'ai recueilli une quantité de blocs errants : quartzite, granite à grain fin, diorite quartzifère micacée à pyroxène. M. Arctowski, qui, en 1898, avait débarqué en ce point, y avait signalé le granite.

LA TERRE DE GRAHAM

Nous réservons le nom de Terre de Graham à la portion de côte située au sud de la Terre de Danco jusqu'à la Terre Loubet, c'est-à-dire comprise entre les parallèles 65° et 66°30′. Certains auteurs l'emploient pour désigner tout le continent antarctique dans le secteur américain; mais cette définition tend à être abandonnée.

La Terre de Graham commence donc au magnifique cap Renard (Pl. III, fig. 12), qui marque l'entrée de la baie des Flandres. Dressant sa double

dent saupoudrée de neige à plus de 500 mètres d'altitude, ce piton n'est que la première d'une série de pointes semblables qui hérissent la côte jusqu'à hauteur de l'île Wandel, c'est-à-dire jusqu'à l'entrée du chenal de Lemaire (Pl. III, fig. 10). De petits glaciers suspendus sont accrochés çà et là dans les hauteurs, et un piedmont-glacier étroit s'étend au pied des montagnes.

Après s'être creusé en une petite baie, la baie Deloncle, qui répond à l'isthme bas de l'île Wandel, le chenal de Lemaire, resserré entre cette île et le continent, forme une gorge étroite, large d'à peine 800 mètres, dominée par d'imposantes murailles de plusieurs centaines de mètres de hauteur; complètement à pic, les roches aux reflets gris ont un aspect sinistre, colorées seulement par endroits des teintes rouillées de l'oxyde de fer ou jaunes des Lichens.

Une nouvelle échancrure, la baie Girard, interrompt la côte ; plus profonde que la précédente, elle est le débouché d'un immense glacier qui vient de l'est. Puis la côte court dans la direction nord-est sud-ouest pendant encore une vingtaine de kilomètres, bordée par une chaîne de 600 à 700 mètres de hauteur, très escarpée et exactement parallèle au rivage. C'est la terre élevée marquée Terre de Graham dans le panorama de la planche XI. Un petit glacier, large d'une centaine de mètres à peine, tombe en cascades du haut de la crête, et son front, haut d'une quinzaine de mètres, s'avance quelque peu dans la mer (Pl. III, fig. 11) ; un autre apparaît près de l'extrémité de la chaîne, mais il n'est en réalité qu'une bavure d'un grand glacier qui déborde par une entaille de la crête. Le piedmont-glacier qui longe le pied de la montagne est très étroit et disparaît même par places ; en face de lui, au contraire, s'élève la haute bordure de glace de l'île Hovgaard, séparée par un chenal de 5 à 6 kilomètres.

Cette portion de côte, depuis le cap Renard, paraît être dioritique, comme la chaîne de l'île Wandel, dont l'aspect est identique. Je dois cependant signaler, à hauteur de l'île Hovgaard, des roches nettement rubannées (Pl. I, fig. 2), malheureusement inaccessibles pour moi.

La côte prend ensuite, après un coude brusque, la direction nord-sud, et, comme les chaînes de montagnes gardent leur orientation générale nord-est sud-ouest, elles sont coupées successivement, et l'on rencontre

ainsi une série de promontoires rocheux, comme le cap Rassmussen, séparés par des vallées remplies de glace; le relief ici est moins accentué, et les vallées sont presque entièrement comblées.

Nous arrivons maintenant au cap Tuxen, énorme croupe rocheuse dominée par un sommet de 800 mètres de haut (Pl. VI, fig. 21); face à l'ouest, se dresse un immense mur vertical d'une couleur vert sombre traversé de grandes veines blanches; le côté opposé est occupé par un glacier. La roche est un gabbro ouralitisé, remarquable par sa haute teneur en pyroxène et en titano-magnétite; c'est la roche la plus méridionale qui ait été recueillie en place sur la Terre de Graham. Au cours de notre raid de printemps, nous avons en effet campé sur le cap Tuxen et effectué l'ascension de son sommet. Une grande partie de la montagne était dépouillée de neige, ce qu'elle doit, je pense, à la couleur sombre de ses roches; des tapis de mousses couvraient les parties basses; des gorges étroites entre des parois verticales coupent le massif, et sur les pentes les talus d'éboulis sont fréquents.

De ce cap, part dans la direction du sud-est une chaîne uniforme et élevée, bordée à son pied par un piedmont-glacier peu étendu; puis la côte s'incurve en une large baie que nous avons pu comtempler du sommet de l'île Berthelot. C'est à cette latitude que l'Expédition Belge avait cru pouvoir indiquer l'ouverture d'un vaste estuaire. Il n'en est rien : le fond de la baie est occupé par d'immenses glaciers qui montent en pente douce ou mouvementée vers les dômes glacés qui se montrent dans l'est. Plus au sud, les montagnes abruptes reprennent leur direction vers le sud-ouest.

Le territoire compris entre la baie des Flandres et la côte que nous venons de décrire est extrêmement accidenté, couvert par un réseau de hauteurs à facies alpin, empâtées de glace; il est couronné par quelques calottes glaciaires qui atteignent une altitude considérable; c'est ainsi que le sommet du Matin, dans le voisinage de la baie des Flandres, dépasse 2000 mètres.

La côte de la Terre de Graham, au sud de 65° 40′, n'a pu être relevée que de loin; sa direction générale est nord-est sud-ouest, et elle continue à être montagneuse. Un certain nombre de cônes rocheux s'élèvent

au-devant d'elle; ils appartiennent très probablement à des îles plutôt qu'à des promontoires, tellement ils paraissent détachés de la masse continentale.

Nous avons pu déterminer de plus près une portion de côte d'une centaine de kilomètres de longueur, aux environs du 66° de latitude; c'est toujours le même pays montagneux, avec le cap Waldeck-Rousseau, très élevé, la pointe Marie et le cap Evensen. Les îles Biscoe gisent à cette latitude, très près du continent.

LA TERRE LOUBET ET LA TERRE ALEXANDRE Ier

Aperçue une première fois le 11 janvier 1905 dans le sud-est, la Terre Loubet était alors défendue par un pack très épais; un sondage fait à la machine Leblanc nous donna 448 mètres par fond de roche, indiquant que nous nous trouvions sur le plateau continental.

Le 15 janvier au matin, nous avions enfin réussi à forcer le pack; un chenal d'eau libre suivait la terre, que nous pûmes côtoyer de très près. Nous avions le cap sur un pic remarquable, le sommet Véïain, sorte de grande pyramide rocheuse qui émergeait d'un épais manteau de glace, à la façon d'un nunatak; un peu au sud, le pic Liard, également isolé, s'élevait à 760 mètres d'altitude. Partout la terre disparaissait sous une puissante calotte glaciaire, qui montait très légèrement dans l'est vers de hautes chaînes de montagne, dont la silhouette dentelée courait à perte de vue vers le sud-ouest. Une falaise de glace d'une trentaine de mètres de hauteur, absolument inabordable, bordait la côte. Nous remontions vers le nord à la recherche d'un point de débarquement, lorsqu'un choc effroyable arrêta notre malheureux navire; nous étions échoués sur une roche noyée, et une voie d'eau énorme avait ouvert les flancs du bateau. Dégagés, nous dûmes fuir au plus vite vers la haute mer, sortir de l'étreinte des glaces qu'une embarcation n'aurait pu franchir s'il avait fallu abandonner le navire. De l'écueil qui avait causé l'accident, j'avais pu voir à travers les 2 mètres d'eau qui le recouvraient sa surface lisse et jaunâtre; il m'apparut tout à fait semblable aux roches sous-marines qui entourent l'île Wandel et,

comme elles, il est probablement constitué par du granite. C'est la seule donnée que je possède de cette région. Dans notre retraite, nous avions pu relever le cap Mascart et le cap Loubet, puis quelques montagnes : le pic Bouvier (1 000 mètres), les sommets Gravier et Gaudry (1 680 mètres).

La Terre Loubet n'est très certainement que le prolongement au sud de la Terre de Graham ; mais une lacune reste dans le tracé de la côte, qui sera comblée, nous espérons, dans la prochaine expédition.

De la Terre Alexandre I^er^, on ne connaît que la silhouette particulièrement élevée de ses montagnes empâtées de glaciers. Découverte en 1821 par Bellinghausen, elle fut aperçue une seconde fois en 1893 par le baleinier Evensen, à bord de l'« Hertha », enfin par l'Expédition de la « Belgica » en 1898. Evensen, qui s'en est rapproché le plus, en est resté cependant à une trop grande distance pour en distinguer les caractères. Nous avons également reconnu cette terre ; mais, comme nos devanciers, nous nous sommes heurtés à l'infranchissable barrière des glaces, et l'inconnu reste complet autour de cette importante contrée que Bellinghausen a placée par 68° 43′ sud et 73° 10° ouest de Greenwich. Elle sera le but principal de l'expédition nouvelle du D^r^ Charcot, qui doit quitter la France dans quelques mois. Serons-nous assez heureux pour résoudre l'intéressante question des rapports de la Terre Alexandre I^er^ avec le reste du continent antarctique? Nous y emploierons, en tout cas, tous nos efforts.

Quant à l'île Adélaïde, signalée et décrite par Biscoe, en 1832, par 67° 15′ de latitude sud et 69° 29′ de longitude ouest de Greenwich, elle nous est restée constamment cachée : « Elle a, dit Biscoe dans son journal de bord, un aspect imposant et magnifique, ayant un très haut pic s'élevant jusqu'aux nuages et apparaissant tantôt au-dessous, tantôt au-dessus d'eux; un tiers des montagnes qui s'étendent environ sur 4 milles du nord au sud n'ont qu'un peu de neige éparpillée sur leurs sommets. Au niveau de leur base, les deux tiers restant sont enfoncés dans de la neige et de la glace éblouissantes. Cette couche de neige a environ 4 milles d'étendue et descend graduellement vers la mer, se terminant par une falaise ; celle-ci, crevassée dans toutes les directions, sur une étendue de 2 ou

300 yards de son bord, en allant vers l'intérieur, paraît former des icebergs qui n'attendent qu'un gros coup de vent ou toute autre cause pour être mis à flot et envoyés au large. D'après la grande profondeur de l'eau, je considère que cette île à l'origine consistait en un amas de roches perpendiculaires. »

A l'ouest de la Terre Alexandre Ier et par une latitude sensiblement égale à la sienne, se trouve l'île Pierre Ier, découverte par Bellinghausen en 1821, mais qui n'a pas été revue depuis cette époque.

C'est à l'ouest également de la Terre Alexandre Ier, entre 80° et 100° de longitude, que la « Belgica », au cours de son hivernage dans le pack (1898-1899), a trouvé, par 400 à 600 mètres de fond, ce large plateau continental qu'elle a parcouru entre 70° et 71° 36′, latitude extrême qu'elle atteignit.

LE DÉTROIT DE GERLACHE ET LA TERRE DE DANCO

Le détroit de Cerlache, découvert en 1898 par la « Belgica », est un large bras de mer situé entre le continent et les grandes îles de l'archipel de Palmer. Compris entre 64° et 65° de latitude, il s'étend sur une longeur d'environ 400 kilomètres, avec une largeur qui en certains points n'atteint pas 40 kilomètres. Un sondage effectué par la « Belgica » entre le cap d'Ursel et le cap Reclus a donné 625 mètres. Cette grande profondeur, la ligne extrêmement découpée de ses côtes et les hautes chaînes qui le bordent, lui donnent une grande ressemblance avec les canaux de la Terre de Feu. Son axe est dirigé du nord-est au sud-ouest ; il se recourbe vers l'est dans le nord pour se continuer avec le canal d'Orléans.

La côte orientale, qui a pris le nom de Terre de Danco, est profondément entaillée par des baies nombreuses : au nord, la baie de Brialmont entre les caps Van Sterneck et Murray, la baie Wilhelmine entre le cap Reclus et le cap Anna, la baie d'Andvord, enfin tout au sud la grande baie des Flandres entre le cap P. Willems et le cap Renard. Une multitude d'îles, lambeaux du continent, séparées par des chenaux étroits, encombrent les abords de la côte. Elle est dominée par de hautes montagnes aux arêtes fraîches, aux sommets aigus, dont il est difficile de déterminer les

directions sous les puissants glaciers qui les empâtent, mais qui forment une ligne de hauteurs presque interrompue depuis le cap Van Sterneck jusqu'à la baie des Flandres. La baie Wilhelmine seule présente une côte assez basse. Certaines des îles elles-mêmes sont très élevées, ainsi les îles de Rongé « couvertes de hautes montagnes », et l'île Cavelier de Cuverville, « qui présente une muraille rocheuse presque verticale, haute de plusieurs centaines de mètres (1) ».

De cette côte, que je n'ai aperçue en général que de fort loin, des sommets de l'île Wiencke, il est une région que nous avons cependant visitée, c'est la baie des Flandres, dont il a été question plus haut.

Quant à la côte occidentale, elle est formée par la haute bordure des îles Brabant et Anvers et par leurs chaînes côtières, décrites plus haut. Enfin j'ai parlé en détail de l'île Wiencke, située à l'extrémité sud du détroit.

L'Expédition Belge a effectué dans le détroit vingt débarquements tous malheureusement extrêmement courts, souvent réduits à quelques minutes. M. Arctowski a cependant pu recueillir une intéressante collection de roches dont M. Teall, à l'étude de qui elles ont été soumises, a écrit qu'elles forment « une bonne série de roches plutoniques, rangées au point de vue de leur composition, depuis les péridotites (représentées par la serpentine), jusqu'aux plus acides aplites, et comprenant des gabbros, des diorites et des granites (2) ».

Selon M. Arctowski, la plus grande partie de la Terre de Danco, au sud de la baie Wilhelmine et à l'est de la baie des Flandres, serait granitique. Il a trouvé le granite en trois endroits : aux îles Moureaux, dans la baie des Flandres, où nous-mêmes avons débarqué, sur les roches Sophie dans la baie Wilhelmine, ainsi que sur une petite île voisine du cap P. Willems, l'île Banck. Toute la partie extérieure au contraire, c'est-à-dire l'archipel de Palmer, les îles de la baie de Hugues et l'extrémité nord de la Terre de Graham, où un débarquement a été fait non loin du cap Renard, est formée principalement de diorite « présentant des compositions variées, de sorte qu'en certains endroits ce sont des diorites quartziques ».

(1) A. de Gerlache, *Quinze mois dans l'Antarctique*, p. 128.

(2) H. Arctowski, Géographie physique de la région antarctique visitée par l'Expédition de la « Belgica » (*Bull. Soc. belge de géogr.*, 1900, p. 41).

Nous avons vu que l'île Wiencke est formée de diorites quartzifères, traversées de filons andésitiques et labradoriques, et nous avons signalé des diorites sur l'île Liège et un nunatak de gabbro sur l'île Brabant.

Le promontoire qui se termine par le cap Anna est formé de serpentine, tandis que, dans le chenal de Errera, M. Racovitza a découvert de la porphyrite en place.

« En un seul endroit, ajoute M. Arctowski, nous avons eu le plaisir de découvrir la présense du terrain sédimentaire. Une partie des roches Sophie est formée par des schistes. Malheureusement, les conditions que présentait ce débarquement étant très difficiles, nous n'avons pu suivre les traces de ce terrain. En outre, nous n'avons pas eu la bonne fortune d'y découvrir des fossiles. »

En dehors de ces roches rencontrées en place, M. Arctowski a recueilli un grand nombre « de roches erratiques, entre autres des gneiss, des porphyres et quelques roches volcaniques modernes ».

Un fait important à signaler est la présence de moraines anciennes sur plusieurs îles du détroit. Nous en avons rencontré dans l'île Wiencke et l'île Doumer; M. Arctowski en avait observé déjà dans le chenal de Roosen, puis sur l'îlot Bob, près de la côte est de l'île Wiencke, sur l'île Banck; M. G. Andersson a signalé également des traces d'une action glaciaire ancienne et des matériaux morainiques, jusqu'à 200 mètres d'altitude sur l'île Moose, dans la baie de Brialmont, au nord du détroit. Tout semble indiquer qu'à une époque antérieure le détroit était occupé par un immense glacier.

CÔTE OCCIDENTALE DE LA TERRE LOUIS-PHILIPPE

A partir du cap V. Sterneck, la direction de la côte s'incline davantage vers l'est. Cette portion du continent qui forme l'extrémité nord de l'Antarctique américaine est une langue étroite et montagneuse, longue de plus de 200 kilomètres et large d'à peine 30 kilomètres en certains endroits. Découverte en 1838 par Dumont d'Urville, qui lui donna le nom de Terre Louis-Philippe, elle fut hydrographiée sur 50 lieues

d'étendue par l'ingénieur Vincendon-Dumoulin, qui rapporta la première carte précise de ces régions.

« Des pitons énormes s'élèvent sur ces terres ; l'atmosphère brumeuse au milieu de laquelle on les voit surgir fait exagérer leur grandeur ; à l'estime, on leur donnerait 2 000 mètres ; des mesures exactes ont donné fréquemment 600 et 800 mètres ; le mont d'Urville, le plus élevé de tous, a 900 mètres (1). »

En 1903, l' « Antarctic » visita par deux fois ces parages et précisa le tracé de la Terre de la Trinité et du canal d'Orléans. Il constata que la Terre Louis-Philippe se rattache à celle de Danco et que le canal d'Orléans est un chenal longitudinal, dont le détroit de Gerlache est simplement le prolongement (2), et reconnut l'insularité de la Terre de la Trinité.

La côte est constituée, dit M. O. Nordenskjöld, par une haute chaîne de pics alpins, présentant très fréquemment des formes pyramidales, lesquelles s'élèvent, comme des nunataks, au-dessus d'une nappe de glace qui est presque toujours d'un même tenant. Elle est bordée d'une « poussière d'îles et de cailloux ».

« Cette région a subi un affaissement évident, en relation avec la glaciation, qui atteint ici son paroxysme (3). »

Les collections minéralogiques, faites par M. J.-G. Andersson, sur cette côte, ont malheureusement disparu dans le naufrage de l' « Antarctic ». Mais, d'après ses notes, M. Andersson a pu donner les indications suivantes (4) :

« En deux endroits seulement, j'ai noté des roches sédimentaires.

« L'un est un groupe de petites îles au sud-sud-ouest du cap Roquemaurel ; elles sont formées d'une sorte de quartzite foliacée plongeant à 30° nord-ouest. Le cap même est fait de matériaux éruptifs probablement de la série andine diorite-gabbro.

« L'autre localité est le cap Kjellman, à mi-chemin entre le cap

(1) Dumont d'Urville, *Voyage au Pôle Sud*, Paris, 1848. — *Géographie physique*, par M. J. Grange, p. 37.

(2) O. Nordenskjöld, Résultats scientifiques de l'Expédition Antarctique Suédoise (*Bull. Soc. géogr.*, Paris, 15 déc. 1904).

(3) O. Nordenskjöld, *Au Pôle Antarctique*, p. 37.

(4) J.-G. Andersson, On the geology of Graham Land (*Bull. Geol. Instit. of Upsala*, 1906, p. 29).

Roquemaurel et le cap Gunnar. Les lits alternativement de couleurs foncées et claires tombent verticalement du sud-ouest au nord-est, c'est-à-dire parallèlement à la côte.

« Ces roches ne contiennent aucune trace de fossiles.

« En trois localités, le cap Neumayer sur l'île de la Trinité, l'île Challenger sur la côte est du cap Murray, et le cap Neyt sur l'île Liége (nous l'avons rattachée à l'archipel de Palmer), j'ai trouvé une roche que j'ai inscrite comme « granite gris » et « diorite claire », et qui est probablement le terme acide de la série andine diorite-gabbro.

« Sur le flanc nord du mont Bransfield, j'ai noté quelques diorites quartzifères et une sorte de quartzite stratifiée, très voisines l'une de l'autre, comme constituant le sol.

« Enfin je mentionnerai brièvement un point de la côte entre le cap Karl Andreas et le cap Gunnar. Un petit nunatak y montre un conglomérat grossier avec blocs de 2 mètres de diamètre. La masse n'est pas stratifiée et rappelle une moraine de fond ; mais la roche est évidemment ancienne et semble avoir pris part au plissement de la montagne. En un seul point, où le conglomérat est moins grossier, il y a traces de stratification. La composition des cailloux est très variée, et, parmi eux, il y a de nombreux et beaux porphyres. »

EXTRÉMITÉ NORD-EST DE LA TERRE LOUIS-PHILIPPE.

La Terre Louis-Philippe est brusquement interrompue au mont Bransfield (632 mètres) par le détroit de l'Antarctic, qui la sépare de l'île Joinville. Cette grande île ainsi que l'île d'Urville, qui la flanque au nord, ne sont évidemment que le prolongement du continent. Dumont d'Urville, qui les a découvertes, non plus que Ross, n'y ont débarqué ; ils en ont signalé seulement les coupoles neigeuses et une haute cime, le mont Percy, qui atteint 1120 mètres. M. Andersson n'y a point débarqué non plus; mais les formes des montagnes, qu'il voyait de la baie de l'Espérance, où il passa avec son compagnon Duse les longs mois de son terrible hivernage, lui permettent, au moins pour la partie avoisinant le détroit de l'Antarctic, de la ranger dans la région des « plissements et des roches andines ».

La baie de l'Espérance, située au pied du mont Bransfield, dans le détroit de l'Antarctic, a été le siège d'importantes découvertes faites par M. J.-G. Andersson. « Il y a rencontré un schiste contenant tantôt des Mollusques d'eau douce, tantôt une flore jurassique très riche et dans un excellent état de conservation. »

Les roches de cette localité appartiennent à deux catégories tout à fait différentes : d'un côté, une série de roches éruptives, roches de profondeur et roches d'épanchement qui peuvent être réunies ensemble au point de vue génétique; de l'autre, des roches sédimentaires, recouvertes par une puissante série de tufs clairs (1).

Dans la première catégorie, on trouve une série de roches granitoïdes grenues, qui varient en constitution minéralogique des « granites banatitiques » aux gabbros. Les diorites, en particulier, avec leurs plagioclases idiomorphes zonés, les gabbros à biotite avec leur diallage en partie ouralitisé, montrent l'identité de ces roches avec celles de la Terre de Graham en même temps que leur analogie avec celles des Andes. A côté de ces roches, on trouve un petit nunatak formé par une diabase riche en olivine complètement serpentinisée et quelques roches intermédiaires, puis une « diabasporphyrite » à fins cristaux, une « augitporphyrite » à structure pilotaxitique.

Les roches de la seconde catégorie se montrent la plupart du temps sous forme de lits. Elles constituent le versant sud-est de la baie. On rencontre à la base un conglomérat grossier, non stratifié, contenant des blocs de 1 mètre et plus de diamètre; ce sont des blocs gréseux, et jamais on n'y trouve des blocs de la série andine diorite-gabbro. Au-dessus, sur les flancs du Mont Flora, affleure une roche noire, schisteuse, en partie laminée, renfermant en abondance des plantes fossiles bien conservées. En connection avec ce schiste est un tuf noir ou conglomérat tufoïde contenant des morceaux de bois carbonisé.

La partie supérieure du mont Flora consiste en une masse non fossilifère, épaisse de plus de 200 mètres, de tufs volcaniques de couleur claire.

La flore fossile extraite de ce gisement est très riche en espèces, et les

(1) O. Nordenskjöld, Petrographische Untersuchungen aus dem westantarktischen Gebiete (*Bull. of the Geol. Institut. of Upsala*, vol. VI, part. 2, p. 237). — J. Gunnar Andersson, On the Geology of Graham Land (*Bull. of the Geol. Institut. of Upsala*, vol. VII).

feuilles sont bien conservées quant à la forme extérieure, tandis que la nervation, par suite de la pression, est parfois oblitérée. Elle a été examinée par M. le professeur Nathorst, qui en a publié une description préliminaire (1) :

« Les *Équisétinées* sont représentées par une espèce assez voisine de l'*Equisetum* (*Équisetites*) *columnare* Brongn.; on en a même trouvé des disques diaphragmatiques.

Les *Hydropterides* sont représentées par un *Sagenopteris* allié de près ou peut-être même identique au *S. Phillipsi* Brongn.

Les *Fougères* sont abondantes et appartiennent à une multitude de genres : les *Cladohlebis* du type *C. denticulata-nebbensis-whitbyensis* sont représentés par plusieurs espèces assez difficiles à déterminer; le *Cladophlebis (Dicksonia) lobifolia* Phill. (sp.) paraît s'y rencontrer également; *Totides Williamsoni* Brongn. (sp.) s'y trouve avec des feuilles stériles et fertiles. Le genre *Scleropteris* compte des représentants assez nombreux, et *Stachypteris* semble aussi être représenté. Parmi les autres Fougères, il faut mentionner *Thinnfeldia indica* Feistm. (*salicifolia* Oldh. sp.) et un *Pachypteris*. Les *Sphénoptéridées*, appartenant aux types des *Sph. hymenophylloides* et *Sph. Williamsoni*, ne manquent pas non plus, et, parmi les Fougères de ce groupe, il faut signaler particulièrement une espèce, assez rare, il est vrai, dont les feuilles très minces rappellent vivement celles du *Trichomanes speciosum* Willd. de la flore actuelle. En outre de ces formes, il s'en trouve encore plusieurs autres; mais celles qui viennent d'être citées sont les plus importantes. Parmi les *Cycadophytes*, le genre *Otozamites* est représenté par plusieurs espèces, dont les feuilles sont ordinairement assez petites, comme chez la plupart de leurs congénères de la flore du Gondwana supérieur de l'Inde (Jabalpur, Kach). Le *Williamsonia pecten* Phill. (sp.) se rencontre également, et il y a en outre un petit fruit dont les dimensions sont les mêmes que chez *W. Forchhammeri* Nath. de Bornholm. On remarque aussi de grandes frondes qui semblent se rattacher à *Nilssonia tenuinervis* Nath., type difficile à distinguer pourtant de certaines espèces d'*Oleandridium*, lorsque la nervation n'est pas suffisamment nette. Notons aussi la présence d'un magnifique *Pterophyl-*

(1) A.-G. Nathorst, Sur la flore fossile des régions antarctiques (*C. R. Ac. sc. Paris*, 6 juin 1904).

lum du même type que le *Pt. Morrisianum* Oldh. de l'Inde, ainsi que quelques fragments indiquant encore une ou deux espèces du même genre.

Parmi les restes de *Conifères*, les plus intéressants sont des écailles de cônes isolées d'*Araucarites cutchensis* Feistm., appartenant ainsi à un autre type que les *Araucaria* de la flore sud-américaine actuelle. Des rameaux feuillés de Conifères, appartenant à différents types, sont assez communs : il y a lieu d'en mentionner avec des feuilles distiques rappelant le *Taxites » tenerrimus* Feistm. et le *Cheirolepis gracilis* du même auteur, tandis que d'autres se rapprochent du *Brachyphyllum mamillare* Feistm. (non Lindley); enfin on observe encore d'autres types rappelant les *Palissya* et les *Élatides*.

« Dans son ensemble, cette flore jurassique de la Terre Louis-Philippe se rattache, d'un côté, à la flore jurassique de l'Europe et, de l'autre, à la flore du Gondwana supérieur de l'Inde (Jalapur, Kach). Au point de vue climatologique, on ne peut constater aucune différence avec l'une ou l'autre d'entre elles et, à cet égard, la collection de la Terre Louis-Philippe pourrait tout aussi bien avoir été recueillie sur la côte du Yorkshire, car l'absence d'*Otozamites* de grande taille peut être regardée comme accidentelle. Par sa richesse en espèces, la flore de la baie de l'Espérance surpasse de beaucoup toutes les flores jurassiques jusqu'ici connues de l'Amérique du Sud. »

« Un fait important est à remarquer dans ce rapport, ajoute M. Andersson, c'est qu'un représentant des Fougères d'eau (*Sagenopteris*) provenant de ces schistes a été probablement déposé dans un bassin d'eau douce. Les seuls animaux fossiles trouvés avec ces plantes sont quelques bivalves mal conservés semblant être des formes d'eau douce. Le dépôt lacustre aussi bien que la bonne conservation de plantes délicates prouvent que la flore a été conservée près de son habitat. »

COTE ORIENTALE DE LA TERRE LOUIS-PHILIPPE

Visitée autrefois par Ross, puis par le capitaine Larsen, qui, en 1893, rapporta de l'île Seymour les premiers fossiles qui aient été trouvés dans

l'Antarctique, cette côte n'est vraiment bien connue que depuis l'Expédition Suédoise du Dr O. Nordenskjöld (1901-1903).

Tandis que la côte occidentale, serrée de près par de hautes chaînes dioritiques, rappelait les Cordillères des Andes et les canaux de la Terre de Feu, au contraire la côte orientale, souvent basse, avec ses larges coulées basaltiques, ses dépôts sédimentaires crétacés et tertiaires, trouve son homologue dans la Patagonie orientale.

A vrai dire, le continent lui-même ne présente que quelques lambeaux de ces formations ; mais les grandes îles qui le précèdent, l'île Ross, l'île Véga, l'île Seymour, Snow-Hill, se rattachent si étroitement à lui qu'on peut les considérer comme parties intégrantes.

M. J.-G. Andersson (1) divise cette contrée au point de vue géologique en trois régions :

1° Région des formations de l'île Ross ;

2° Région des séries Snow-Hill-Seymour ;

3° Ile Cockburn.

1° *Région des formations de l'île Ross.* — Sur le continent, au pied de la région montagneuse, quelques larges promontoires et de grandes îles situées près de la côte (île Ross, île Véga), offrent une silhouette typique : celle d'un plateau horizontal couvert d'une petite calotte de glace et terminé par une falaise verticale de couleur sombre. Cette section montre nettement la composition de la roche, qui est un tuf basaltique avec quelques rares coulées de lave intercalées et traversé de dykes basaltiques. Le grand centre de cette formation est l'île Ross, surmontée en son milieu d'une gigantesque montagne tronconique, le mont Haddington, dont la hauteur a été estimée 2000 mètres et qui paraît cacher un grand volcan sous sa calotte de glace. D'après M. O. Nordenskjöld, l'île Paulet serait un autre centre d'éruption plus petit ; cette île, qui n'est qu'un ancien cratère, est constituée par un basalte à olivine. Très probablement le sommet de l'île Cockburn marque aussi un centre d'éruption.

Le long de Snow-Hill et de l'île Seymour, s'étend une bande basaltique d'épaisseur variable, dépassant rarement 10 mètres ; c'est un balsalte à

1) J.-G. Andersson, *On the geology of Graham Land*, p. 23.

olivine à structure ophitique. Là où le basalte perce des schistes, ceux-ci sont fortement métamorphisés par son contact et se transforment en schistes tachetés.

Les tufs sont formés de fragments de basalte pouvant atteindre plusieurs mètres de diamètre, soudés par une pâte jaunâtre ou brunâtre de « palagonite ». Ces fragments sont souvent de véritables bombes avec un croûte vitreuse, scoriacées et remplies de zéolites.

2° *Région des séries Snow-Hill-Seymour.* — Les formations sédimentaires sont généralement des grès, quelquefois des schistes et du sable. Le grès tendre est peu favorable à la glaciation; il favorise la fusion en été; aussi laisse-t-il de larges surfaces libres de glace : l'île Seymour, une partie de Snow-Hill, une bande de terre au cap Hamilton sur l'île Ross.

De Snow-Hill, la plus grande partie est recouverte par une calotte de glace pronfondément déprimée suivant les vallées sous-jacentes. Le point culminant est à 300 mètres d'altitude. Au nord-est, un promontoir long de 6 kilomètres, avec des falaises abruptes à l'ouest, s'abaisse graduellement vers l'est. Un dyke basaltique forme l'arête de la péninsule, qui présente des vallées profondes creusées dans les couches crétacées tendres.

L'île Seymour, divisée en deux par une vallée transversale, présente au sud-ouest une partie basse, ravinée, traversée par un dyke de basalte qui forme un mamelon prononcé ; elle appartient au Sénonien (*older Seymour I.*) ; la partie nord-est est au contraire un haut plateau (180 m. d'altitude), uni, sans érosion, à bordure déchiquetée à l'est ; ce sont des couches de l'Oligocène supérieur ou du Miocène inférieur (*younger Seymour I. beds*).

Donc, au point de vue stratigraphique, on peut considérer deux territoires, d'ailleurs inégaux :

a. Snow-Hill et la plus grande partie de Seymour (Crétacé supérieur) :

b. Le reste de Seymour (tertiaire).

a. *Couches crétacées* (*Snow-Hill beds and older Seymour I. beds*). — Snow-Hill est formé principalement de lits de grès tendre qui souvent se réduit en sable mouvant. En quelques endroits, on y trouve des concrétions de grès plus dur plus ou moins riche en glauconie ; leur surface polie a une couleur brune rougeâtre.

A Seymour, les couches crétacées sont aussi du grès fin tendre et du sable, mais les nodules bruns caractéristiques si communs à Snow-Hill ne s'y trouvent que rarement.

Les principaux représentants de la faune crétacée sont les Ammonites, abondantes en espèces et variétés ; puis viennent les Bivalves et les Gastropodes. Des restes de Poissons et des Coraux sont assez fréquents, tandis que les Échinides et les Décapodes sont rares. Quelques morceaux de bois fossile ont été rencontrés à Seymour.

Les strates crétacées correspondent dans les deux îles, mais des différences marquées méritent qu'on les distingue. Pour les Ammonites, plusieurs des types les plus abondants sont limités à une des îles ; de même pour quelques autres coquilles. Un grand *Aporrhais*, très commun à Snow-Hill, ne se rencontre jamais avec les Ammonites de Seymour, et les *Ostrea*, plutôt communs à Seymour, semblent rares dans les couches de Snow-Hill.

Tubulostium callosum Stol. est un des fossiles les plus fréquents de Snow-Hill ; quelques spécimens en ont été recueillis à Seymour, mais ils sont plus grands et doivent appartenir à une autre variété.

Le seul groupe de fossiles crétacés qui ait été étudié est celui des Céphalopodes. M. Kilian y a reconnu plus de 230 espèces d'Ammonoïdes. Quelques spécimens sont d'une conservation remarquable, étant encore pourvus de leur test. La liste suivante montre leur distribution dans les deux îles et les relations entre les deux faunes (1) :

Snow-Hill.	Seymour Island.
Holcodiscus Madrasinus Stol.	*Holcodiscus Madrasinus* Stol.
— *Kalika* Stol. sp. (très abondant).	— *cf. Kalika* Stol. sp.
— *Æmilianus* Stol. sp.	— *Æmilianus* Stol. sp.
— *cf. cliveanus* Stol. sp. (abondant).	
— *cf. Theobaldianus* Stol. sp.	
— *n. sp. aff. Theobaldianus* (abondant).	
— *cf. Karapadensis* Stol. sp. (abondant).	
— *cf. buddhaicus* Kossm.	
— *Bhavani* Stol. sp.	*Holcodiscus Bhavani* Stol. sp.
— *cf. Moraviatoorensis* Stol. sp. (rare).	
— *cf. recurrens* Kossm.	— *recurrens* Kossm.
— *n. sp. A* (abondant).	
— *n. sp. B.*	
— *n. sp.*	

(1) J.-G. Andersson, *On the geology of Graham Land*, p. 35.

Pachydiscus cf. rotalinus Stol. sp.	*Pachydiscus.*
	— (*Holcodiscus*) *gemmatus* Huppé sp.
	Pachydiscus cf. Gollevillensis d'Orb. sp.
	Pachydiscus groupe de *nenbergiens* Quenst.
	n. sp.
Desmoceras (*Puzosia*) *diphylloides* Forbes sp.	
— — *cf. sugata* Forbes sp.	
— — groupe de *latidorsata*	
— *aff. Denisoni* Stol. sp.	
Tetragonites sp.	
Hamites cf. cylindraceus d'Orb. sp.	
Gaudryceras politissimum Kossm.	*Gaudryceras.*
— *varagurense* Kossm. (commun).	
— *cf. Marut* Stol.	
— *sp.*	
	— *cf. striatum* Jimbo sp.
	— *Kayei* Stol. sp.
	— groupe de *Sacya* Stol. sp.
Lytoceras imperiale	
Phylloceras Surya Forbes sp.	*Phylloceras sp.*
— *ramosum* Meck.	
Sonneratia sp.	*Sonneratia sp.*
Nautilus cf. Bouchardianus d'Orb.	*Nautilus sp.*
Belemnites sp.	

On voit, par ce tableau, que plusieurs espèces sont communes aux deux îles; mais les formes prédominantes sont différentes. La grande majorité des espèces appartient au groupe *Holcodiscus*, mais plusieurs des plus abondantes de ces formes ne se trouvent pas à Seymour. Sur cette île, les espèces *Pachydiscus* et *Gaudryceras* forment les principaux représentants de la faune et sont tous différents de ceux de Snow-Hill. M. Kilian fait les remarques suivantes (1) :

« Cette faune est remarquable par le grand développement des espèces du groupe de *Holcodiscus*, dont les formes en constituent, au point de vue numérique, l'immense majorité.

Il est particulièrement intéressant d'assister ici à l'épanouissement de ce groupe, qui, après avoir disparu des mers européennes à l'époque

(1) W. Kilian, Sur une faune d'Ammonites néocrétacée recueillie par l'Expédition antarctique suédoise (*C. R. Ac. Sc. Paris*, 29 janvier 1906).

barrémienne, devient dans les mers crétacées indopacifiques, le point de départ d'une multitude de formes, chez lesquelles les modifications de l'ornementation produisent des *convergences* très curieuses avec des types appartenant à des souches fort différentes.

La plupart de ces formes sont ou identiques ou très semblables à des espèces caractéristiques des assises de Trichinopoly (couches supérieures), d'Aryaloor et de Valudayoor dans l'Inde, c'est-à-dire du Sénonien; quelques espèces seulement (*Gaudryceras cf. Marut* Stol. sp., *Holcodiscus cf. Cliveanus* Stol. sp., *Holc. moraviatoorensis* Stol. sp. et *Pachydiscus rotalinus* Stol. sp.), du reste rares et isolées, indiqueraient un niveau inférieur, celui des couches supérieures d'Ootator, dans l'Inde, équivalentes du Turonien ; mais il faut remarquer que les formes les plus caractéristiques (*Schlœnbachia*, *Acanthoceras*, etc.) de ce niveau font défaut. Le type faunique rappelle à un haut degré celui des dépôts néocrétacés de l'Inde, ainsi qu'à un degré un peu moindre, mais cependant notable, celui du Crétacé supérieur (Nanaimo-Group) de l'île de Vancouver, de la côte pacifique de Californie, du Japon, de la Patagonie, du Natal, etc.

La présence de *Pachydiscus gemmatus* Huppé sp., de *Lytoceras Kayei* et *Phyll. ramosum* Meek ainsi que celle d'un grand *Pachydiscus* voisin de *P. Quiriquinæ* Steinm, et de *P. colligatus* v. Binck., à l'île Seymour, évoquent un rapprochement avec les couches de Quiriquina (Chili), que nous ont fait connaître M. Steinmann et ses collaborateurs.

La répartition des espèces dans les divers gisements explorés ne permet guère de distinguer plusieurs faunes correspondant à des niveaux distincts; cependant, sur l'île Seymour, paraissent prédominer les formes à test bien conservé du groupe d'Aryaloor et du niveau de Quiriquina.

A l'île Cockburn ainsi que dans les diverses localités de l'île Snow-Hill (cap Bodman, etc.), on observe une faune unique et homogène caractérisée par les *Holcodiscus* cités plus haut, notamment par les formes nouvelles A et B. Les espèces rappelant l'horizon plus ancien d'Ootator n'ont été rencontrées que dans certains points de Snow-Hill, mais *mélangées aux formes habituelles* du niveau supérieur (Snow-Hill Beds-Andersson, Aryaloor et Trichinopoly) (couches supérieures). Toutefois la localité

de Snow-Hill n'a fourni que *Pseudophyllites indra* Stol. sp. et des *Pachydiscus* et paraît, comme celle de l'île Seymour, appartenir à un horizon supérieur du Sénonien.

Au centre de Snow-Hill, dans un groupe de nunataks, on a trouvé un fragment de Conifère que M. Nathorst a déterminé comme *cfr. Sequoia fastigiata* Sternb. sp.; c'est la seule plante fossile déterminable rencontrée dans le Crétacé. En ce même point ont été trouvés quelques spécimens d'un Corail, un petit Mollusque, des écailles de Poisson et quelques Ammonites, que M. Kilian a déterminées : *Puzosia cf. sugata* Forbes sp. (transition à *P. latidorsata* d'Orb. sp.) et un petit *Desmoceras* (Puzosia) du groupe de *P. planulata* Sow. sp.

M. O. Wilckens (1), à qui fut confiée l'étude des Lamellibranches et des Gastropodes, a identifié plusieurs formes de l'île Seymour avec celles qu'il avait décrites dans le Sénonien de la Patagonie du Sud, ainsi :

Lahillia Luisa Wilck.
Lahillia n. sp.
Astarte venatorum Wilck.
Pyropsis gracilis Wilck.
Malletia gracilis Wilck.
Aporrhais gregaria Wilck.

Pour les Mollusques des couches à Ammonites de Seymour, M. Wilckens arrive aux mêmes conclusions que M. Kilian pour les Ammonites : « Une *Lahillia* s'identifie avec *L. veneriformis* Hupé des couches de Quiriguina. »

En dehors de Snow-Hill et de l'île Seymour, les couches crétacées ont été retrouvées sous les tufs basaltiques en quelques endroits de l'île Cockburn et de l'île Ross, ainsi au cap Hamilton, dans le détroit de l'Amirauté, au Naze et au cap Lachman, dans le chenal Sidney-Herbert, au cap Lagrelius et à la pointe Obélisque, dans le détroit du Prince-Gustave. Ces différents gisements sont peu fossilifères.

b. *Couches tertiaires* (*younger Seymour I. beds.*) — Dans la région nord-est de l'île Seymour, les couches crétacées font place à un horizon plus jeune, qui a été rapporté au tertiaire. M. O. Nordenskjöld y a recueilli, dans

(1) O. Wilckens, Zur Geologie der Südpolarländer (*Centralblatt für Geologie*, n° 6, janvier 1906), p. 174.

un grès calcaire, des empreintes de plantes fossiles déterminables qui ont été étudiées par M. A.-G. Nathorst (1).

« Les *Fougères* y sont assez communes et appartiennent à plusieurs espèces différentes; mais les débris sont de petites dimensions et difficiles à déterminer.

Une *Conifère* à feuilles distiques rappelle assez, à première vue, l'aspect d'un *Sequoia* ; mais un examen attentif semble indiquer qu'il s'agit d'un autre genre. Une seule feuille isolée semble appartenir à un *Araucaria*, assez voisin de l'*Ar. brasiliensis*. Les feuilles de *Dicotylédones* sont généralement petites et présentent le même facies que celles de certaines flores tertiaires de l'Europe méridionale. Comme fait intéressant, il y a lieu de signaler quelques feuilles de *Fagus*; ce genre a donc existé dans l'Amérique du Sud, ou les régions avoisinantes, depuis le commencement de la période tertiaire, MM. Sharman et Newton ayant exprimé l'opinion que les dépôts en question, d'après les coquilles fossiles qu'ils renferment, appartiennent au Tertiaire inférieur.

Le fait que les plantes fossiles de cette localité ont été trouvées dans un dépôt marin interdit d'en tirer des conclusions quant au climat qui régnait alors dans la région, car les dragages de M. Agassiz ont prouvé qu'une quantité de feuilles, de bois et de fruits peuvent se trouver au fond de la mer même à une distance de plus de 1 000 kilomètres de la terre la plus prochaine. Il est donc fort possible que les plantes fossiles de l'île Seymour y aient été amenées de fort loin. »

Un peu plus au nord, sur cette même île, on trouve, dans un grès tendre, une faune composée principalement de Mollusques et de Gastropodes, parmi lesquels M. Wilckens a signalé :

Lahillia angulata Ph. sp.
Cucullæa alta Sow.
Modiola Ameghinoi Ih.
Ostrea.
Cominella obesa Ph. sp.
Territella cf. exigua Ortm.
Bullia cf. globulosa.
Natica.
Struthiolaria.

(1) A.-G. Nathorst, Sur la flore fossile des régions antarctiques (*Comptes rendus Ac. Sc. Paris*, 6 juin 1904).

D'après M. Wilckens, la majorité de ces formes est caractéristique de la « molasse de Patagonie », qui appartient à l'Oligocène supérieur ou au Miocène inférieur.

A un niveau un peu supérieur, M. O. Nordenskjöld a découvert des os de Vertébrés. Ils appartiennent, d'après M. Wiman, à quatre ou cinq espèces de Pingouins de grande taille. Un spécimen était adhérent à des *Lingula*, ce qui permet de les rapporter au Tertiaire. Il y avait également deux vertèbres de Mammifère (*Zeuglodon*).

3° *Ile Cockburn.* — Cette petite île, située à l'entrée est du détroit de l'Amirauté, est remarquable par sa forme tabulaire aux bords à pic, surmontée par un petit cône.

La partie supérieure est formée par des tufs basaltiques et des lits horizontaux de lave. Au-dessous, à 160 mètres plus bas, s'étend un grès crétacé de la série de Snow-Hill.

Sur le plateau de tufs, M. G. Andersson a découvert les restes d'un conglomérat qui constitue l'horizon le plus récent qui soit connu dans l'Antarctique. Il est caractérisé par un grand *Pecten* et n'a été retrouvé nulle part ailleurs.

LA TERRE DU ROI OSCAR

La Terre du Roi Oscar, découverte en 1893 par le capitaine Larsen, est le prolongement au sud de la Terre Louis-Philippe. Entre 64°30′ et 66° de latitude, la côte décrit un arc de cercle à concavité orientale ; elle est en outre échancrée de quelques baies : le golfe Larsen, le golfe Von Drygalski, le golfe Scott. Elle est encore fort peu connue. M. O. Nordenskjöld, accompagné de l'officier argentin Sobral, ne l'a aperçue que de loin, au cours de son raid sur la banquise en 1902 (1). Il l'a décrite comme bordée par une chaîne alpine très étendue, disparaissant en partie dans l'intérieur sous un épais revêtement de glace. Le seul point du continent où il ait atterri est situé au sud, c'est le nunatak Borchgrevinck, par environ 66° de latitude. Il est formé de porphyre quartzifère. Ses pentes sont couvertes de blocs erratiques, dont la présence prouve que

(1) O. Nordenskjöld, *Au Pôle Antarctique*, p. 120.

jadis la glace avait une puissance supérieure de 300 mètres à celle qu'elle possède aujourd'hui et qu'elle s'écoulait vers l'ouest.

Un peu au sud de ce nunatak, un bras de mer s'ouvre entre deux hautes crêtes ; dirigé vers l'ouest, il forme, d'après M. Nordenskjöld, soit une baie profonde, soit un canal traversant peut-être le continent jusqu'au Pacifique. Vers le sud encore s'élève le mont Jason, découvert par Larsen, une « énorme coupole de glace hérissée de rares pointements rocheux ».

Au large de la côte, dans le voisinage du 65° de latitude, s'élève une grande île, l'île Robertson, « haute rondeur neigeuse très large », dont la partie nord est occupée par une coupole de neige hérissée d'une haute aiguille rocheuse, le mont Christensen. Entièrement constitué par des laves et des tufs, il présente, à l'altitude de 65 mètres, les vestiges d'un ancien cratère. Entre l'île Robertson et le continent, une série de pointes rocheuses s'échelonnent vers l'ouest : ce sont les nunataks des Phoques.

Une des particularités les plus curieuses de cette côte est la présence d'une immense terrasse de glace qui, s'appuyant sur l'île Robertson d'une part, sur le continent de l'autre, s'étend à perte de vue vers le sud. Nous y reviendrons en détail dans le chapitre suivant ; mais nous ferons remarquer qu'elle pourrait fort bien être établie sur une série de hauts fonds jalonnant une plate-forme continentale immergée.

LES SHETLANDS DU SUD

Les Shetlands du Sud forment un groupe d'îles alignées du nord-est au sud-ouest, parrallèlement à la Terre Louis-Philippe, entre 61 et 63° de latitude sud. Quoique fréquemment visitées par les baleiniers et bien qu'elles soient le point d'atterrissage de toutes les expéditions qui opèrent dans le secteur antarctique américain, elles sont encore fort mal connues.

Elles furent pourtant la première découverte antarctique ; c'est en 1820 que W. Smith débarqua sur la partie nord-est de l'île du Roi Georges.

Leur parrallélisme remarquable avec la côte de la Terre Louis-Philippe et l'aspect identique des deux chaînes de montagnes qui parcourent les deux rives permettent de rapporter ces deux terres à la même formation, mais ce n'est là qu'une impression qui mériterait d'être contrôlée.

Ces îles sont, en allant du sud au nord : l'île Smith, dont nous avons côtoyé la rive occidentale surmontée d'une haute muraille rocheuse qui se perdait dans les nuages ; selon Kendal, lieutenant du Chanticleer, les pics qui couronnent cette île sont des aiguilles de syénite (1) ; la petite île Snow, toute couverte de neige ; l'île Livingston, allongée, extrêmement découpée ; sur ces deux dernières îles, M. G. Andersson, en 1902, avait recueilli des roches éruptives de couleur sombre, qui ont été malheureusement perdues dans le naufrage de l' « Antarctic » ; les petites îles Greenwich et Roberts ; l'île Nelson, où M. O. Nordenskjöld débarqua en 1902 ; il recueillit à Harmony Cove une porphyrite verte présentant une grande ressemblance avec celles qu'il avait étudiées dans les îles de la Terre de Feu ; cette roche forme des escarpements déchiquetés dont les pentes abritent une végétation de mousses et de lichens, superbes pour le pays ; la grande île du Roi Georges termine ce groupe d'îles, qui ne sont que les tronçons d'une même chaîne continue ; c'est à la pointe nord-est de cette île que Smith recueillit parmi les galets un schiste gris bleuté qui fut la première roche rapportée des terres australes.

A quelque distance et dans le même alignement, gisent deux autres îles, l'île Éléphant et l'île Clarence.

Un peu au sud de cette ligne, il faut signaler trois îles, les îles Low, Déception et Bridgman. La première est basse et couverte de neige ; les deux autres présentent un intérêt spécial, car ce sont d'anciens cratères.

L'île Déception, située sur la côte sud de l'île Livingston, par 63° de latitude, a été fort bien décrite par Kendal (2) :

« L'île Déception présente une apparence différente des autres îles de ce groupe. La chaleur du sol et la noirceur des cendres font qu'elle ressemble plus que les autres îles à une terre ferme, et que ses roches sont presque entièrement dépouillées de leur manteau de neige.

Cette île forme une espèce d'anneau de terre, dont l'intérieur est occupé par la mer qui y pénètre au sud-est par une entrée de 600 pieds de largeur ; cette petite Méditerranée a une étendue de 5 milles ; l'île entière a 8 milles d'étendue dans son plus grand diamètre.

(1) Kendal, *Journal of the geographical Society*, London, 1830.
(2) Kendal, *Id.*

La principale partie de l'île est composée de couches alternatives de cendres et de glace, comme si la glace de chaque hiver, pendant une série d'années, avait été conservée par une couche de cendres vomies par quelque point encore en activité. On rencontre dans les différentes parties de l'île environ 150 trous qui laissent exhaler des gaz avec un bruit sourd ou des sifflements, et qui étaient visibles du haut des montagnes près desquelles le navire était mouillé.

« Le fond du lac a 97 pieds avec un fond de cendres ; les bords, composés de la même manière, abondent en sources d'eaux chaudes, ce qui présente le singulier spectacle d'eau à une température de 140° F. sortant près d'une surface couverte de neige, et coulant vers une mer qui est rarement au-dessus du point de congélation ; les bords du lac sous le vent étaient recouverts d'une immense quantité de ponces ; les montagnes nombreuses que l'on rencontre dans l'île, et dont plusieurs ont 1 800 pieds de haut, étaient principalement formées de scories et d'une substance rouge semblable à la brique pilée ; mais, dans quelques points, il y avait de la lave compacte et de l'obsidienne. Les roches du côté nord de l'entrée s'élèvent perpendiculairement à une hauteur de 800 pieds et paraissent être d'une formation plus ancienne que le reste de l'île. »

Cette description rappelle en tous points celle d'une autre île australe, l'île Saint-Paul, qui a été étudiée par M. Ch. Vélain (1).

M. Andersson, qui a visité l'île Déception en 1802, n'y a découvert aucune trace récente de manifestations volcaniques.

M. Valette, naturaliste argentin qui y débarque le 5 janvier 1905, y a recueilli des eaux thermales chlorurées sodiques, très chaudes, sortant presque au niveau de la mer, au contact d'une roche granitique et d'une lave (2). L'analyse de cette eau est la suivante :

Matières en suspension p. 100	3,41
Résidu à 100-105°	20,98
Résidu à 180°	20,24
Résidu au rouge	19,70
Alcalinité en SO^4H^2	0,09

(1) Ch. Vélain, *Recherches géologiques faites à Aden, à la Réunion, aux îles Saint-Paul et Amsterdam* (1876)

(2) L.-H. Valette, Viaje a las islas Orcadas australes (*An. Minist. Agric.*, vol. III, n° 2, Buenos-Ayres, 1906).

Acide sulfurique en SO^3	0,96
Acide chlorhydrique en chlore	10,97
Acide carbonique (CO^2)	0,04
Silice (SiO^2)	0,13
Chaux (CaO)	0,86
Magnésie (MgO)	0,28
Fer et alumine ($Fe2O^3$, Al^2O^3)	0,04
Fer (Fe^2O^3)	traces.

SELS

Silicate d'alumine $Al^4(SiO^4)^3$	0,0774
— sodium (Na^2SiO^4)	0,1846
Carbonate de chaux ($CaCO^3$)	0,0988
Chlorure de chaux ($CaCl^2$)	0,5419
Sulfate de chaux ($CaSO^4$)	1,6279
Chlorure de magnésium ($MgCl^2$)	0,6693
Chlorure de sodium (NaCl)	16,7041
Total	19,9040

Température : 70° C.

Couleur ; légèrement blanchâtre.

L'île Bridgman est tout à fait isolée à l'est de l'île du Roi Georges. Signalée en 1821 par Powel puis par Weddell, à cause de la fumée qui s'en échappait, elle attira l'attention de Dumont d'Urville « par d'épaisses colonnes de fumée qui s'élevaient de son sein » ; mais il ne parvint pas à y débarquer.

Voici la description qu'en donne M. Grange (1).

« L'île Bridgman a la forme d'un pic arrondi ; sa hauteur est d'environ 160 mètres, sa largeur, dans son plus grand diamètre, du nord au sud, a un peu plus d'un mille ; sa couleur rougeâtre a la plus grande ressemblance avec celle de la brique brûlée ; sur ses scories rougeâtres, on distinguait de petites masses noirâtres qui nous paraissaient être des débris de lave ; c'est plutôt un immense monceau de cendres, de lapilli, de débris volcaniques, qu'un véritable volcan ; il n'a pas de cratère et présente partout une forme arrondie ; on distingue facilement quelques coulées de lave qui se montrent en relief à travers les débris et plongent dans la mer. Les fumerolles existent seulement sur la face ouest de l'île, et là la roche avait la couleur rougeâtre de laves attaquées par des vapeurs sulfureuses ; ces vapeurs, que nous sentîmes lorsque nous passâmes sous

(1) Dumont d'Urville, *Voyage au Pôle Sud*, Paris, 1848, Géologie, par J. Grange, p. 34.

le vent, avaient une odeur piquante insupportable ; la partie sud-est du volcan présentait des éboulements considérables.

L'escarpement formé par ces éboulements avait presque 100 mètres de hauteur ; on y distinguait, au milieu d'amas de tufs rougeâtres, plusieurs lits noirâtres formés par des coulées de lave. Ces coulées n'avaient pas toutes la même inclinaison ; les plus inférieures semblaient former deux couches inclinées en sens inverse, comme si elles se fussent échappées d'une fente au milieu du volcan, ou, mieux encore, comme si elles eussent été brisées au milieu, et que les deux moitiés se fussent inclinées vers la mer ; on distinguait sur le toit formé par ces deux couches plusieurs couches de laves brunes, qui avaient conservé leur horizontalité ; il serait très difficile de connaître de quel côté était situé le cratère qui avait vomi tous ces débris ; à voir les courants de lave s'incliner du nord-ouest au sud-est, nous avons lieu de croire que le cratère se trouvait au sud, et qu'après avoir vomi en grande quantité des laves et des cendres il a été englouti ; l'éboulement immense qui a eu lieu vers le sud et le caractère meuble que paraissent avoir les diverses couches du volcan autorisent cette explication.

La disposition irrégulière des couches de lave indique qu'il y a eu de fréquentes perturbations dans les ouvertures volcaniques. »

M. Balch, qui a visité l'île en 1880, a de nouveau signalé l'activité de son volcan (1).

Au pied de l'île Bridgman, l' « Antarctic » a sondé 1 511 mètres, ce qui prouve combien son socle est abrupt.

Les Shetlands sont séparées du continent par un large bras de mer, le détroit de Bransfield. Il forme une cuvette très profonde qui paraît isolée par des crêtes du reste de l'océan ; un sondage effectué en son centre a révélé l'existence d'une fosse océanique profonde de 1 450 mètres. Cette cavité possède dans sa partie inférieure les eaux les plus froides qui aient été observées au fond d'un océan (— 1°,65).

LES ORCADES DU SUD

Situées à l'est des Shetlands, un peu au nord du 61° de latitude, ces îles

(1) Balch, Antarctica Addenda (*Journal of the Franklin Institute*, 1904, p. 83).

furent découvertes en 1820 par Powell ; elles furent ensuite visitées par Weddell en 1838 ; mais c'est Dumont d'Urville qui en rapporta les premiers échantillons géologiques, provenant des îlots qui entourent l'île Laurie (1) : « Ces petits îlots sont des pics couverts de neige et de forme presque volcanique. Au milieu des îles s'élèvent aussi des montagnes d'une très grande hauteur, et nous nous attendions à trouver un sol volcanique ; il n'en fut pas ainsi, et les échantillons que nous pûmes recueillir sur les roches dont les glaces s'étaient détachées ne nous montrèrent qu'un calcaire blanc grisâtre et des schistes phylladiques, dont la direction était du nord-nord-ouest au sud-sud-est, et dont l'inclinaison dépassait 60°. Ces roches étaient désagrégées et présentaient des éboulements considérables ; on trouva en quelques points un peu de terre végétale et un assez grand nombre de Lichens. »

En 1903, l'Expédition Écossaise de M. Bruce hiverna dans l'île Laurie et y établit un poste météorologique que la République Argentine a entretenu depuis cette époque. M. H. Pirie a publié une note intéressante sur les roches de cet archipel (2).

Les deux îles principales sont l'île Coronation à l'ouest et l'île Laurie à l'est. Elles sont occupées par de hautes montagnes escarpées en partie couvertes par des glaciers qui se terminent à la mer par une falaise à pic.

L'île Coronation est constituée par un épais conglomérat grossier, stratifié, dont les lits, d'une épaisseur d'environ 2 pieds, plongent à 30° au nord-est.

L'île Laurie ainsi que la petite île Saddle sont formées par des grès argileux à grain fin de couleur grise bleuâtre ou verdâtre. M. Pirie y a distingué trois variétés : la première se rapproche des conglomérats par les cailloux qu'elle renferme ; la seconde est schisteuse ; la troisième a une disposition qui rappelle les gneiss et est plissée. On y rencontre des intercalations de lits de schistes ainsi que des enclaves de schistes.

Un petit îlot de la côte sud de l'île Laurie, l'îlot Graptolite, a fourni quelques fossiles dans un schiste. L'un, examiné par Miss Elles, est un

(1) Dumont d'Urville, *Voyage au Pôle Sud*, Géologie, par J. Grange, p. 32.

(2) J.-H. Harvey Pirie, On the Graptolite-bearing Rocks of the South Orkneys (*Proc. of the Roy. Physic. Soc. of Edimburgh*, 1904-1905, vol. XXV, part. VI).

graptolite du genre *Pleurograptus* ; les autres, selon M. Peach, sont des fragments d'un Crustacé Phyllocaride, probablement voisin de *Discinocaris*. L'âge des couches serait à la limite du Silurien inférieur et du Silurien supérieur.

M. Pirie considère cette région comme formée par une série de plissements dont les axes ont une direction générale nord-ouest sud-est, ce qui contraste avec la direction des chaînes que nous avons décrites jusqu'à présent.

LES SANDWICH ET LA GÉORGIE DU SUD

Les Sandwich sont encore, à ce jour, à peine connues. Découvertes par Cook en 1775, visitées ensuite par Bellinghausen en 1819 et Biscoe, en 1830, elles forment un groupe de petites îles échelonnées du nord au sud, entre 57° et 66° de latitude sud, aux environs du 29° de longitude ouest de Paris. M. Bruce, en 1903, qui est passé au sud de l'île Thule, la plus méridionale du groupe, a sondé 1200 mètres dans son voisinage.

La Géorgie du Sud est une île montagneuse, découpée de fjords nombreux, allongée du nord-ouest au sud-est par 54° de latitude sud, c'est-à-dire à la hauteur de la Terre de Feu et par environ 39° de longitude ouest de Paris. Elle paraît avoir été découverte en 1756 par un capitaine espagnol, puis elle fut visitée en 1775 par Cook, qui lui donna son nom ; en 1819, par Bellinghausen, enfin en 1823 par Weddell, qui y relâcha quelques semaines. Une mission allemande y séjourna en 1882-1883 ; enfin M. Andersson, avec l'« Antarctic », l'étudia huit semaines durant, en 1902. Il visita Royal-Bay, où était la station allemande, la baie de Cumberland et une autre baie plus loin au nord-ouest. Les roches de Royal-Bay ont été décrites par M. H. Thürach (1). Les collections suédoises, provenant de la baie de Cumberland, n'en diffèrent que peu (2). Ce sont des « schistes phyllitiques » et une série de roches nettement

(1) H. Thürach, Geognostic. Beschr. d. Insel Süd-Georgien (*Die deutsch. Exp. d. internat. Polarforschung*, 1882-1883).

(2) O. Nordenskjöld, Petrographische Untersuchungen aus dem westantarktischen Gebieten (*Bull. of the Geol. Instit. of Upsala*, vol. VI, part. II, p. 245).

cristallines. Ces dernières contiennent des cristaux porphyriques de quartz et de feldspath. Certains schistes contiennent des empreintes d'un Mollusque qui, selon M. E. Koken, appartiendrait aux couches inférieures du Mésozoïque.

La seule remarque importante qu'on puisse faire, c'est que ces roches diffèrent tout à fait de celles de la Terre de Feu aussi bien que de celles de la partie voisine de l'Antarctique.

TERRE DE COATS

Dans le sud des îles Sandwich, l'Expédition Écossaise, dirigée par le Dr Bruce, a découvert, en mars 1904, une haute barrière de glace, à laquelle elle a donné le nom de Terre de Coats. L'argument sur lequel repose, selon Bruce, la certitude qu'on a bien affaire à une terre est la progression des sondages effectués qui ont donné :

Entre 60° et 70° sud.....	4900 à 4500 mètres.
72° sud à 50 milles de la Barrière.....	4200 —
à 35 — —	2500 à 2200 —
à 2 — —	202 —

Cette Barrière de glace, que M. Bruce a suivie entre 18 et 22° de longitude ouest de Greenwich, par 72 à 74° de latitude sud, est bordée par une haute falaise verticale de 30 à 50 mètres et s'élève ensuite en pentes ondulées vers l'intérieur à perte de vue, jusqu'à une altitude que M. Bruce évalue à plusieurs milliers de pieds ; mais aucune pointe rocheuse n'a été aperçue (1).

Entre la Terre de Coats et la Terre du Roi Oscar, quelques « apparences de terres » ont été signalées par Morell en 1823, par Ross en 1843 ; c'est tout ce qu'on en sait.

L'ANTARCTIQUE. — SECTEUR AUSTRALIEN

Ce secteur comprend l'une des régions les mieux étudiées de l'Antarctique, celle de la Terre Victoria. La Terre Édouard VII, à l'est de celle-ci, les Terres Adélie, Clarie, Sabrina, à l'ouest, sont en revanche, à peine

(1) J.-H. Harvey Pirie and R.-H.-R. Brown, *The scottish national antarctic Expedition : Second voyage of the « Scotia »*, Edinburgh.

connues. Entre l'île Pierre Ier et la Terre Édouard VII, c'est-à-dire entre 90 et 150° de longitude ouest, aucun vestige de côte n'a encore été relevé.

LA TERRE ÉDOUARD VII

Découverte en 1902 par la « Discovery », cette terre est située entre 76 et 78° de latitude sud et s'étend du 154° au 160° de longitude ouest de Paris. Le capitaine Scott n'a pu y affectuer de débarquement, mais il a pu l'approcher de très près : « A une hauteur d'environ 600 mètres (1), dit-il, plusieurs rochers sont visibles. La pente neigeuse d'où ils émergent semble très douce. Il est impossible de dire à quelle hauteur elle s'élève. L'existence de ces roches prouve que les hautes crêtes aperçues hier et aujourd'hui appartiennent à une masse continentale d'une grande altitude... Ces taches noires apparaissent au milieu d'une longue crête, dont le profil est difficile à fixer, faute de point de comparaison. »

Plus loin, on aperçoit une chaîne de collines, avec des pics aigus, d'une altitude de 600 à 900 mètres. Bien que les pentes soient escarpées, la roche n'apparaît qu'en de rares endroits ; les pentes douces, au pied des collines, et les vallées très encaissées sont recouvertes d'une nappe blanche uniforme. Un puissant promontoire s'avance vers le nord-ouest. Sur un iceberg échoué, quelques fragments de roches éruptives et gneissiques ont été recueillis.

Sur la côte occidentale de cette terre, s'appuie l'une des extrémités de la Grande Barrière de Ross, qui va rejoindre la Terre Victoria.

LA TERRE VICTORIA

La Terre Victoria forme une imposante ligne de côtes montagneuses dans la direction nord-sud presque exactement, aux environs du 165° de longitude est de Paris.

Sa découverte est due au capitaine James Ross, qui la releva depuis le cap Nord (71° de latitude sud) jusqu'à la baie Mac-Murdo (77° 30′ de latitude sud), au cours de sa campagne de 1841.

(1) R. Scott, *La « Discovery » au Pôle Sud*, t. I, p. 128.

En 1894, le capitaine Christiansen y débarqua le premier, au cap Adare. C'est également au cap Adare que, quatre ans plus tard, M. Borchgrevink hiverna et recueillit des collections géologiques intéressantes.

Mais l'étude de cette contrée, par les méthodes scientifiques modernes, est due à la belle expédition de la « Discovery », qui y séjourna de 1901 à 1904, sous le commandement du capitaine Scott. M. H.-T. Ferrar, géologue de la mission, en a rapporté des collections géologiques et des observations du plus haut intérêt, dont je vais donner un rapide aperçu.

Le trait le plus saillant de la physionomie de la Terre Victoria est « un puissant relief s'étendant dans la direction nord-sud, sur une distance d'au moins 1500 kilomètres, lequel est le rebord d'un vaste plateau (1) ». Le capitaine Scott, qui a parcouru ce plateau, sur une distance de 370 kilomètres vers l'ouest, aux environs de 78° de latitude, n'a trouvé qu'une interminable étendue de neige, absolument uniforme et horizontale, à une altitude de 2700 mètres.

M. Ferrar divise la chaîne côtière en cinq sections :

1° Entre le cap Nord et le cap Adare, la côte se dirige vers le sud-ouest; elle est bordée de pics, de pyramides, dont les contreforts sont coupés par la ligne du rivage. Un petit nombre de vallées entaillent profondément les montagnes. La glaciation y est plus intense que sur les terres situées plus au sud;

2° La chaîne de l'Amirauté, entre les caps Adare et Washington, le « relief le plus accusé et peut-être le plus épais de la région », atteint l'altitude de 3000 mètres. Elle est précédée par une bordure de collines littorales basses, séparée de la chaîne par une dépression longitudinale;

3° La chaîne du Prince-Albert, qui lui fait suite, est au contraire la moins élevée. Elle est remarquable par sa grande régularité. « La vue de son versant oriental, partout escarpé, laisse l'impression qu'il est simplement le talus de quelque grand plateau, duquel descendent de larges glaciers entre des nunataks »;

4° La chaîne de la Royal-Society est la partie la mieux explorée.

(1) R. Scott, *La « Discovery » au Pôle Sud*, Géologie, par H.-T. Ferrar, t. II, p. 290.

« D'une manière générale, dit M. Ferrar, on peut dire que la configuration de la chaîne de l'Amirauté reparaît dans cette crête, mais beaucoup plus accusée. Ici nous avons une zone de collines basses, une vallée ouverte nord-sud, la séparant du relief principal; enfin le relief s'élevant jusqu'à 3 000 mètres et en quelques points jusqu'à 3 600 et 4 500 mètres. Bien qu'éloignée de 90 kilomètres, cette crête était toujours visible de nos quartiers d'hiver; si transparente était l'atmosphère qu'à cette grande distance sa configuration campaniforme était constamment apparente, surtout par suite de la présence d'une large bande de roches claires, qui s'étendait en dessous du rebord du talus, d'un bout à l'autre de la crête. La configuration de cette chaîne paraît donc être la conséquence de l'horizontalité de ses assises » ;

5° Au delà du 79° de latitude sud, les quatre chaînes qui accompagnent la côte sur une distance de 555 kilomètres dans la direction du sud « semblent exactement semblables aux précédentes et présentent comme elles l'aspect de rebord d'un plateau. Elle est divisée par des fjords profonds ».

Quatre ou cinq cônes volcaniques, d'une régularité parfaite, s'élèvent à longs intervalles sur la côte, formant un contraste frappant avec la silhouette du relief montagneux. Ce sont : le mont Brewster (environ 1 100 mètres), dôme régulier, légèrement aplati au sommet, se dressant brusquement, en avant de la chaîne de l'Amirauté.

Le cône du mont Melbourne porte, à son sommet, un cratère large probablement d'un quart de mille; situé sur le bord de la baie Wood; il s'élève, sur deux de ses faces, directement au-dessus de la mer; il est complètement isolé de la chaîne.

Le mont Morning (1 500 mètres environ), près du pied de la chaîne de la Royal-Society, est un dôme surbaissé, couvrant une large surface et entouré de coulées de lave.

Le mont Discovery est un cône de débris formé de basalte, comme son contrefort la colline Minna.

Les roches de la Terre Victoria se divisent, selon M. Ferrar, en cinq groupes : gneiss, granites, grès, dolérites et autres roches éruptives récentes. Elles ont été étudiées par M. Prior (1).

(1) G.-T. Prior, *National Antarctic Expedition, Natural History*, vol. I, Petrography, p. 101.

Le gneiss s'observe au niveau de la mer, au pied de la chaîne de la Royal-Society ; dans ce massif même, il forme « la base d'une série de couches épaisses de plus de 3600 mètres; il peut donc être considéré comme formant le soubassement de la Terre Victoria ». Les collines en avant de cette chaîne semblent constituées par « un calcaire appartenant à la même série que les gneiss ». La partie inférieure de la rive gauche du glacier Ferrar, le cap Bernacchi et les collines rondes voisines sont formés par du gneiss ; sur les hauteurs voisines de New-Harbour et à l'extrémité nord-ouest des collines bordières, on trouve du gneiss à amphibole, qui est noir et à grains fins dans cette dernière localité.

Au pied des Cathedral-Rocks, on observe un affleurement de gneiss, de couleur foncée, long de 5 kilomètres, puissant de 150 mètres. Une ligne de séparation très nette le sépare du granite qui les surmonte ; toutefois de nombreux filons de granite dessinent une sorte de mosaïque à la surface de la paroi rocheuse; le granite contient des enclaves de gneiss.

Les granites abondent dans toutes les moraines de la Terre Victoria ; ils doivent posséder une aire de distribution étendue. A Port-Granite, ils forment un promontoire long de 3200 mètres et haut de 150 mètres. Plusieurs mamelons, entre la chaîne de la Royal-Society et les collines littorales, sont en granite. Au-dessus des gneiss de Cathedral Rocks, une masse de granite, épaisse de 1 200 mètres, semble constituer l'extrémité de la chaîne de la Royal-Society. Aux Kukri-Hills, le granite est recouvert par une dolérite séparée de lui par une ligne de démarcation très nette, absolument horizontale, qui peut être suivie dans l'ouest sur une distance de plus de 18 kilomètres.

Les assises gréseuses, auxquelles M. Ferrar a donné le nom de Beacon Sandstone Formation, forment, à la partie supérieure de la chaîne de la Royal-Society, une large couche horizontale.

On les retrouve aux Inlands Forts, où elles atteignent une puissance de 600 mètres, puis au pied de la Knob Head, au pied des Beacon Heights, dans la vallée Sèche, enfin à la montagne du Doigt, où son épaisseur est de 90 mètres.

C'est un grès très homogène, de composition uniforme; rarement l'horizontalité de ses couches a été dérangée par l'émission de la dolérite.

A la montagne du Doigt, des filons recoupent les couches sédimentaires, et des injections pénètrent entre les strates. Dans cette localité, M. Ferrar a découvert, dans un grès très pur, de minces lits noirs de matière charbonneuse avec quelques restes de plantes fossiles, malheureusement indéterminables.

La dolérite se présente en coulées très étendues recouvrant généralement les grès. Le sommet de ces nappes forme probablement les points culminants de la chaîne de la Royal-Society. Au nunatak du Dépôt, on trouve une masse columnaire de dolérite qui émerge de 150 mètres au-dessus de la neige. Sur le versant opposé des glaciers, elle s'élève en escarpements à pic hauts de plus de 200 mètres ; des portions de grès ont été soulevées, ce qui indique l'âge plus récent de la dolérite. Les Inlands Forts sont couronnés, à une altitude d'une uniformité remarquable, par de la dolérite.

La montagne du Doigt, haute de 150 mètres au-dessus du glacier, est constituée de couches alternantes de grès et de dolérite. Tous les sommets voisins Knob Head, Beacon Heights, semblent formés par de la dolérite. On la retrouve à la base de la Nouvelle Montagne et de la Knob Head ; dans ce dernier gisement, large de 90 mètres sur 60 de haut, elle se présente en colonnes larges de $3^{m},60$ et longues de 6 à 60 mètres. En quelques endroits, comme à Cathedral Rocks, la dolérite s'est épanchée sur le granite.

Au cap Adare, on rencontre des coulées horizontales de basalte (brèches et tufs) ; ce sont des basaltes normaux et des basaltes à hornblende. Il paraît en être de même sur toute la côte escarpée à assises horizontales comprise entre le cap Adare et le cap Jones, sur une distance de 277 kilomètres.

A la Terre Victoria, se rattache cette extraordinaire formation glaciaire que Ross a appelée la Grande Barrière. Appuyée d'un côté à la Terre Victoria, de l'autre à la Terre Édouard VII, elle présente, entre ces deux terres, une haute falaise de glace régulière ; sa surface, à peu près plane, s'étend vers le sud le long de la Terre Victoria, bien au delà du point atteint par le capitaine Scott en 1902 : 82°16′. Elle sera décrite en détail dans le chapitre suivant.

LES ILES VOISINES DE LA TERRE VICTORIA

Au nord de la Terre Victoria, entre 66° et 68° de latitude sud et 158° et 163° de longitude est de Paris, on rencontre un groupe d'îles, les Balleny, du nom du capitaine qui les découvrit en 1839. Hérissées de cônes escarpés, terminées à la mer par des falaises, elles sont formées par des basaltes. La glaciation y est très intense.

Par 67° 24′ de latitude sud et 177° 35′ de longitude est de Paris, on trouve une autre petite île basaltique, l'île Scott, découverte en 1902 par le capitaine Colbeck.

Aux îles Possession, découvertes par Ross, par 72° de latitude, tout près de la côte, le basalte et les tufs sont identiques à ceux du cap Adare.

L'île Coulman (73° 30′ de latitude) est bordée de très hautes falaises presque verticales, rayées par endroits de taches rouges et jaunes dues au basalte. M. Borchgrevink en a rapporté du basalte à hornblende. Les roches y sont en couches horizontales.

L'île Franklin (76° 8′ de latitude) présente sur sa côte nord des falaises de 150 mètres à larges bandes longitudinales blanches ou ocre rouge. Ce sont encore des basaltes.

Plus au sud, un groupe d'îles important comprend la grande île Ross, l'île Blanche, l'île Brune, l'île Noire et de petits îlots. Ils sont tous d'origine volcanique, probablement postérieure à la venue au jour de la dolérite du continent.

L'île Ross est constituée entièrement par les matériaux rejetés par les quatre volcans : l'Erebus, le Terror, le Bird et le Terra Nova. Sa forme est triangulaire.

L'Erebus, découvert en 1841 par Ross, projetait alors de la fumée et des flammes. Actuellement, il n'émet plus que des jets de vapeur. Son aspect est celui d'un dôme. Il semble être le résultat, selon M. Ferrar, de trois phases d'activité, d'intensité décroissante. De la première, date la masse rocheuse qui s'élève jusqu'à l'altitude de 1 800 mètres et qui, sur la face nord, se dresse en une énorme muraille ; le second paroxysme a engendré le cratère situé à une hauteur de 3 300 mètres, duquel se

sont déversés des courants de lave encore intacts. La dernière phase a produit le petit cône situé asymétriquement dans l'intérieur de l'ancien cratère et qui émet aujourd'hui des vapeurs.

Le mont Bird est un dôme surbaissé, au pied nord de l'Erebus; le mont Terra Nova unit l'Erebus au Terror.

Le Terror, comme l'Erebus, est couronné de neige. En forme de cône, il couvre une aussi grande étendue ; son altitude est d'environ 3 000 mètres. Le cône est tronqué par un cratère d'un demi-mille de diamètre ; des appareils adventifs sont disposés sur les flancs.

Au cap Crozier, on trouve du basalte disposé en colonnes. La rockerie des Pingouins a fourni « des granites et des grès probablement erratiques, des basaltes à olivine provenant de coulées récentes, des trachytes jaunâtres qui forment des bosses sur les versants du mont Terror et des tufs qui se rencontrent sous les courants de lave ». Le cap Royds, le cap Barne sont formés par un basalte qui se retrouve à une hauteur de 450 mètres sur les flancs de l'Erebus.

La pointe nord de l'île offre une assez grande surface dénudée formée en partie par des basaltes : Castle Rock (420 mètres) est probablement la cheminée d'un ancien volcan ; à son pied, on a trouvé un peu de soufre natif, seule trace d'activité solfatarienne de la région ; les Harbour Heights et Crater Hill sont des cônes de scories ; à Crater Hill et au cap Armitage, le basalte se présente en couches remarquablement horizontales.

La colline de l'Observation est constituée principalement par un trachyte à hornblende, produit d'une émission locale.

L'île Blanche est formée par une coulée de basalte. Il en est de même de l'île Noire ; mais à son extrémité sud-est apparaît un trachyte jaune. L'île Brune porte au sommet un cratère très bien conservé, duquel sont sortis des basaltes ; on y rencontre aussi un trachyte jaune. Un grand nombre de petits îlots voisins de l'île Ross présentent la même constitution.

LES TERRES ADÉLIE, CLARIE ET SABRINA

Ces terres, situées presque exactement sous le cercle polaire, à l'ouest

de la Terre Victoria, sont à peine connues, surtout en ce qui concerne les deux dernières.

La Terre Adélie et la Terre Clarie ont été découvertes en 1839 par Dumont d'Urville. Elles sont situées entre 130 et 140° de longitude est de Paris. « Ce fut le 20 janvier, dit M. Grange (1), que nous vîmes pour la première fois la terre, éloignée de 8 à 10 milles ; c'était une immense ligne de côte de 400 à 600 mètres de hauteur, couverte de neiges et de glace qui avaient nivelé presque tous les accidents ; toutefois, quelques ravins se montraient çà et là et semblaient servir à l'écoulement des eaux provenant de la fonte qui s'opère à la surperficie. La surface des glaciers était sillonnée par de longues crevasses.... Le 21, on aperçut sur le point de la côte le plus rapproché de nous quelques taches noirâtres qui nous avaient été cachées jusqu'alors par un rideau de glaces interposé entre elles et nous. On reconnut bientôt que c'étaient des rochers dépouillés de glace ; on envoya aussitôt les canots majors des deux corvettes pour prendre possession de ce nouveau continent et pour y recueillir des échantillons de roches et autres objets d'histoire naturelle. Notre traversée du bord au continent fut heureuse ; nous pûmes, par un ciel magnifique, mettre le pied sur ce sol si désiré. La roche était à nu et désagrégée. Nous recueillîmes de nombreux échantillons ; c'était un granit passant au gneiss. Ces roches étaient dirigées est et ouest... Les jours suivants, 22 et 23, nous suivîmes la terre qui se prolongeait à l'ouest...

Le 30 janvier, le cri « Terre! » retentit de nouveau ; nous avions devant nous une immense ligne de falaises de glaces escarpées et uniformes ; c'est un rempart parfaitement vertical sur ses bords, et sa partie supérieure est horizontale et élevée de 120 à 140 pieds au-dessus des eaux... Il fut facile de reconnaître cette côte sur un espace de 20 lieues et à une distance de 2 à 3 milles seulement. » C'est la côte Clarie.

Wilkes passa près de la Terre Adélie et de la Terre Clarie quelques jours après leur découverte par Dumont d'Urville.

Quant à la Terre Sabrina, on sait seulement que Balleny aperçut, le 2 mars 1839, une « terre dans le sud », aux environs du 120° de longitude est et du 65° de latitude.

(1) Dumont d'Urville, *Voyage au Pôle Sud*. Géologie, par J. Grange, p. 45.

ANTARCTIQUE. — SECTEUR AFRICAIN

Ce secteur est presque entièrement inexploré. Quelques terres sont à peine indiquées sur les cartes ; elles sont toutes à peu près placées sous le cercle polaire. Ce sont, en allant de l'est à l'ouest : la Terre de Knox, entrevue par Wilkes en 1840 par 105° environ de longitude est de Paris ; la Terre de l'Empereur Guillaume II, qui mérite seule de nous arrêter ; la Terre de Kemp, par 60° de longitude est ; enfin la Terre d'Enderby, découverte le 25 février 1831 par Biscoe, qui la place aux environs du 50° de longitude est ; il la suivit à 20 milles de distance sur une longueur de 150 milles ; elle est montagneuse et défendue par une barrière de glaces. Rappelons ici que la fameuse Expédition du «Challenger», commandée par sir G. Nares, franchit le cercle polaire sous le 80° de longitude est et effectua dans cette zone des sondages importants.

LA TERRE DE L'EMPEREUR GUILLAUME II

Découverte en 1902 par l'Expédition Allemande dirigée par le professeur von Drygalski, la Terre de l'Empereur Guillaume II est entièrement noyée sous un immense inlandsis ; cet énorme glacier, terminé à la mer par un front de glace vertical, monte à perte de vue en pentes douces vers l'horizon. Un seul pointement rocheux en émerge, le Gaussberg (1), situé au nord, sur le bord de la mer, par 66° 48′ de latitude sud et 88° de longitude est de Paris.

Le Gaussberg est un cône volcanique isolé, de 370 mètres de haut, dont les pentes, en grande partie dépouillées de neige, sont assez unies malgré les restes des moraines qu'elles présentent. Le sommet est arrondi et couvert de blocs erratiques.

La roche principale est presque exclusivement un intéressant basalte à leucite, qui a été étudié par M. Reinisch (2). C'est une lave de couleur foncée, parfois très vitreuse, souvent poreuse ; la croûte de verre qui

(1) E. Philippi, *Geologische Beschreibung des Gaussbergs. Deutsche Südpolar-Expedition*, 1901-1903, Bd. II : Kartographie und Geologie.

(2) R. Reinisch, *Petrographische Beschreibung der Gaussberg Gesteine. Deutsche Südpolar-Expedition*, 1901-1903, Bd. II : Kartographie und Geologie.

enduit les espaces bulleux présente des squelettes d'anomite. Le fer titané y est assez fréquent.

Les tufs ne jouent au Gaussberg qu'un rôle effacé.

La période solfatarienne est représentée par du soufre natif. Sur l'âge de l'éruption, on n'a aucun renseignement; M. Philippi pense pouvoir placer l'édification du Gaussberg à la fin du tertiaire. Aucun autre centre éruptif n'a été trouvé dans le voisinage, mais il faut rappeler que les échantillons de fond ramenés par le « Challenger », la « Valdivia », le « Gauss », la « Scotia » comprennent de nombreuses roches volcaniques qui montrent la puissance volcanique de cette région.

Sur les icebergs voisins, il a été recueilli des granites, des gneiss, des diorites, des porphyrites et quelques quartzites.

Au-devant de la Terre de l'Empereur Guillaume II, à l'ouest de ses quartiers d'hiver, l'Expédition Allemande a rencontré une formation glaciaire rappelant beaucoup la Grande Barrière de Ross et à laquelle M. Drygalski a donné le nom de West-Eis. Il en sera question plus loin.

LES ILES DU SECTEUR AFRICAIN

Un certain nombre de petits groupes d'îles, perdues dans l'océan, se rencontrent au sud de l'Afrique, aux confins de la zone polaire. Ce sont :

Les îles Heard et Mac-Donald, par 53° de latitude et 71° de longitude est de Paris environ.

Les îles Kerguelen, les plus importantes, par 50° latitude et 68° de longitude est. Découvertes en 1771 par le capitaine français de Kerguelen-Trémarec, elles furent une des premières conquêtes de l'exploration antarctique. Elles ont été visitées dans ces dernières années par le « Challenger », la « Valdivia » et le « Gauss ». Découpées de fjords profonds, elles sont constituées par un basalte riche en zéolites.

Un peu plus au nord, le petit groupe des îles Saint-Paul et Amsterdam, par environ 38° de latitude et 75° de longitude est. Ce sont des îles hautes, essentiellement volcaniques.

M. le professeur Ch. Vélain, qui les a visitées en 1875, en a donné une description géologique complète. Saint-Paul présente une constitution

assez complexe; elle est formée surtout de trachytes et de basaltes, ces derniers prédominant de beaucoup. La forme de l'île est tout à fait caractéristique et rappelle celle de l'île Déception, dans les Shetlands du Sud. « C'est, dit M. Ch. Vélain, une montagne triangulaire, très étalée, tronquée à son sommet par un vaste cratère qui la traverse de part en part et qui communique directement avec la mer par une large brèche (1). » Cette île est encore le théâtre de phénomènes volcaniques importants; en particulier, de nombreuses sources thermales et des dégagements gazeux abondants (fumerolles) se font jour dans l'intérieur du cratère.

La Nouvelle-Amsterdam, d'origine également volcanique, a une forme différente. Une multitude de cônes et de cratères étagés les uns au-dessus des autres ont édifié une grande terre conique qui s'élève à 900 mètres. Les roches principales y sont des labradorites à augite et des basaltes.

Au sud-ouest de ce groupe, on rencontre les îles Crozet, par 46° de latitude et 50° de longitude est; puis les îles Marion, par 48° de latitude et 35° de longitude est. Leur découverte remonte à la même date que celle des Kerguelen, 1772.

Enfin, par 54° 26′ de latitude sud et 1° de longitude est de Paris, se trouve la petite île Bouvet. Sa découverte, due à l'amiral français Pierre Bouvet, remonte au 1er janvier 1739; elle constitue la première conquête inscrite dans l'histoire antarctique. Son existence fut longtemps mise en doute; Cook, entre autres, était passé dans son voisinage sans la voir; elle fut enfin retrouvée en 1898 par la « Valdivia ». Elle est recouverte de neige et présente un cratère en son centre. La glaciation y atteint une grande intensité; des falaises de glace, sous lesquelles on aperçoit le rocher, lui font une ceinture continue.

(1) Ch. Vélain, *Recherches géologiques faites à Aden, à La Réunion, aux îles Saint-Paul et Amsterdam*, Paris, 1876, p. 296.

DEUXIÈME PARTIE

GLACIOLOGIE

I. — GLACIATION TERRESTRE.

NEIGE.

Si l'on met à part la glace de mer, c'est-à-dire le produit de la congélation de l'eau de mer, dont l'importance est faible comparée à la glace d'eau douce, l'immense manteau blanc qui recouvre l'Antarctique provient uniquement d'une source : les chutes de neige. Les pluies sont assez rares dans cette région pour qu'on puisse n'en pas tenir compte.

Pour qu'il y ait chute de neige, deux conditions seulement sont nécessaires, la température inférieure à 0° et la présence de vapeur d'eau dans l'air. Le vieil axiome que la neige ne saurait tomber par les températures très basses, au-dessous de 20°, a été depuis longtemps réfuté ; on a constaté des chutes de neige en Sibérie par 45° sous zéro. S'il est vrai que, dans les régions polaires, les grandes périodes neigeuses sont le printemps et l'automne, cela ne tient pas à leur température plus douce, mais à ce que les vents, à ces époques, viennent de régions plus humides.

C'est en effet la proportion de vapeur d'eau contenue dans l'air qui règle la plus ou moins grande abondance des précipitations neigeuses, en sorte que, ainsi que le faisait remarquer Tyndall, c'est à l'action solaire qu'il faut en reporter la condition première ; la conclusion, qui semble paradoxale au premier abord, est la suivante, que les périodes les plus chaudes déterminant une plus active évaporation des eaux des océans, c'est à elles que correspondra une plus grande extension glaciaire. Le froid n'a qu'un rôle passif de condensateur.

Les saisons où les chutes de neige sont les plus abondantes sont le printemps et l'été. Le tableau ci-dessous, qui résume l'ensemble des préci-

pitations atmosphériques sur l'île Wandel ou dans son voisinage pendant l'année 1904, donne une idée très nette de la répartition des chutes de neige suivant les mois de l'année (1).

Tableau des condensations et précipitations atmosphériques en 1904-1905.

	BROUILLARD.		NEIGE.		PLUIE.		PLUIE ET NEIGE.		GRÊLE OU GRÉSIL.		GIVRE — Jours.	VERGLAS. — Jours.	QUANTITÉ D'EAU recueillie (en millimètres).
	Heures.	Jours.	Heures.	Jours.	Heures.	Jours.	Heures.	Jours.	Heures.	Jours.			
1904.													
Février	98	7	157	21	2	1	»	»	2	2	»	»	32,4
Mars.....	57	6	141	21	17	1	11	1	»	»	1	1	43,6
Avril.....	44	5	90	14	10	3	»	»	»	»	1	»	23,7
Mai.....	38	8	88	13	5	2	»	»	»	»	3	»	16,0
Juin.....	48	13	74	10	21	4	»	»	»	»	4	»	27,6
Juillet.....	48	11	69	11	»	»	»	»	»	»	5	»	10,5
Août.....	93	8	166	24	5	3	»	»	2	2	7	1	39,0
Septembre.	49	8	112	16	4	2	»	»	4	»	3	2	27,0
Octobre....	31	9	134	16	»	»	2	1	»	»	5	»	21,7
Novembre..	38	6	93	15	39	10	2	2	3	2	4	3	58,1
Décembre..	112	13	54	10	23	4	»	»	»	»	1	2	30,8
1905.													
Janvier	96	11	98	14	34	8	12	4	»	»	»	»	46,1
Printemps..	181	28	281	41	62	14	4	3	3	2	10	5	110,6
Été.....	251	24	396	56	53	10	23	5	2	2	1	1	122,1
Automne...	130	26	252	37	36	9	»	»	»	»	8	»	67,3
Hiver.....	190	27	347	51	9	5	»	»	6	2	15	3	76,5
Année.....	752	105	1276	185	160	38	27	8	11	6	34	9	376,5

On appelle zone des *neiges perpétuelles* le lieu des points où l'apport des neiges est supérieur ou égal à la quantité disparue soit par fusion ou évaporation, soit par transformation en glace.

Sa limite ne coïncidera donc pas en général avec l'isotherme de zéro, car d'autres facteurs que la température interviennent : en premier lieu, le degré de l'humidité de l'air, puis la direction des vents et la présence de chaînes de montagnes. Elle ne sera pas non plus une limite constante en raison des variations de certains de ces facteurs.

Sous les latitudes moyennes, ou basses, ces influences se font sentir d'une manière très nette : sur le flanc méridional de l'Himalaya, malgré son exposition au midi, la limite des neiges est, suivant M. de Schlagint-

(1) Tableau IX de la *Note sur les observations météorologiques de l'Expédition Antarctique française*, par J.-J. Rey.

weit, à 4 900 mètres, tandis que, sur le versant nord, elle remonte à 5 700 mètres. L'air si fortement chargé de vapeurs qui, du golfe de Bengale, vient frapper la muraille de l'Himalaya, y décharge la plus grande partie de son humidité, de sorte qu'en arrière la limite est obligée de remonter sensiblement, faute d'une quantité suffisante de neige.

L'écart entre cette limite et l'isotherme de 0° varie, selon M. Hann, sur le globe, depuis l'isotherme — 17° jusqu'à celle de + 3°.

Sous l'équateur, la limite des neiges coïncide avec l'isotherme	+ 1°,5
Sur le flanc méridional de l'Himalaya	+ 0°,5
— — nord	— 2°,8
Au Karakorum	— 3°,9
Dans les Alpes	— 4°,0
A la Nouvelle-Zemble	— 11°,0

On voit que cette limite s'éloigne de plus en plus de l'isotherme de 0°, quand on va de l'équateur au pôle.

Cependant cette loi ne s'applique pas à la zone antarctique ; c'est qu'ici nous nous trouvons dans des conditions spéciales ; le nombre d'heures pendant lesquelles le thermomètre monte au-dessus de 0° est infiniment faible ; il n'y a pas d'été. On sait que, dans les régions arctiques, même sous des latitudes très élevées, le soleil d'été est suffisant pour faire disparaître une grande quantité de neige et mettre à nu de grands espaces de terrain : « Aussi la limite des neiges se relève sensiblement dans ces régions, et à l'exception des creux abrités contre le soleil où peut avoir lieu l'accumulation de la neige, il n'est aucun point connu où elle s'abaisse jusqu'au niveau de la mer. Au Groenland, d'après Payer, la limite des névés se tient entre 1 000 et 2 000 mètres d'altitude. M. Helland s'est assuré que dans cette région, par 71° de latitude nord, les neiges persistantes ne descendent pas au-dessous de 800 ou 900 mètres.

A la Nouvelle-Zemble, la neige disparaît chaque année, sauf dans quelques gorges, et, dans le nord du Spitzberg, M. Torell a observé, à plus de 600 mètres d'altitude, une végétation de Phanérogames analogue à celle des plaines, malgré une température moyenne annuelle qui, par 76° de latitude nord, n'est que de — 8°,6 (1). »

(1) De Lapparent, *Traité de géologie*, t. I, p. 304.

Dans l'Antarctique, au contraire, la limite des neiges atteint partout le niveau de l'océan, et cela dès le 62° parallèle, aux Shetlands du Sud. Les étendues libres de neige sont insignifiantes ; encore ne sont-elles dégagées le plus souvent que grâce au vent qui enlève la plus grande épaisseur et permet ainsi au rayonnement du sol de se faire sentir et de faire rapidement disparaître ce qui tendrait à subsister.

Dans les pays tempérés, la vapeur d'eau, en se congelant sous forme de neige, prend, surtout si l'atmosphère est calme, ces jolis aspects d'étoiles à six tranches, dont l'enchevêtrement produit les flocons ouatés qui couvrent nos toits en hiver.

La neige des régions polaires est généralement toute autre ; elle tombe en fines aiguilles acérées, dures, qui cinglent comme des grains de sable.

Rien n'est plus douloureux, dans la tourmente, que cette poussière de cristaux meurtriers qui fouette le visage et les yeux et empêche souvent de se diriger ; la marche est alors parfois impossible, et le voyageur doit se terrer dans un trou de neige pour laisser passer la bourrasque. Cette neige a reçu le nom de *poudrin* ; en s'accumulant sur le sol, elle ne prend aucune consistance, les grains restent sans cohésion ; le pied a la sensation d'enfoncer dans le sable fin ; rien ne me rappelait mieux certaines marches que je fis autrefois dans le sud de la Tunisie.

J'ai d'ailleurs ressenti cette même sensation de neige mouvante en certains points les plus élevés du Mont Blanc, et l'on dit que les neiges des Andes offrent le même phénomène, dû sans doute à l'extrême sécheresse des cristaux. Au cours de l'ascension du pic Louise, que j'ai faite dans l'île Wandel accompagné du guide Dayné, cette forme de la neige nous a créé les plus grandes difficultés pour la traversée des couloirs, qui sont très inclinés ; nous la sentions filer sous le pied, et, dans les cheminées, dont le fond est en général tapissé de glace, elle glissait avec une facilité très dangereuse ; sur la crête, nous fûmes obligés de nous enterrer au-dessus du genou et d'éviter tout mouvement brusque pour échapper à l'éboulement sur une pente de plus de 300 mètres.

Soulevée par le vent, cette poussière neigeuse constitue les *chasse-neige*, véritables nuées aveuglantes qui parfois acquièrent une violence formidable ; on les voit s'enlever en tourbillons au-dessus des crêtes, balayer la plaine

blanche, décaper les glaciers de toutes les parties meubles. Une grande partie de cette neige est emportée à la mer ; une autre s'accumule en longues ondulations, appelées *sastrugi* ; une autre enfin, abritée derrière quelque obstacle, glace ou rocher, s'y entasse en forme de dunes. En somme, cette neige se comporte comme le sable du désert, et d'ailleurs comme lui, quoique avec moins d'intensité, elle a des actions éoliennes.

NÉVÉ.

Lorsque la neige reste en place, elle se tasse peu à peu ; les particules agglomérées subissent, par la compression, qui abaisse leur point de fusion, et par l'action solaire, un commencement de fusion ; elles se soudent entre elles, forment des grains qui deviennent de plus en plus volumineux, laissant entre eux une multitude d'intervalles remplis d'air. C'est à cette masse grenue qu'on a donné le nom de *névé* (*firn* dans la Suisse allemande). Sa densité est très variable, puisqu'elle dépend de la grosseur des grains, de la quantité d'air emprisonné ; le poids de 1 mètre cube de névé peut dépasser 700 kilogrammes ; il croît progressivement jusqu'à celui de la glace compacte. L'ensemble est assez consistant pour pouvoir être découpé avec un instrument comme la bêche, et nos matelots les taillaient en forme de moellons pour en construire nos maisons de neige à la façon des Esquimaux.

La marche sur le névé dur est facile, et quelquefois c'est à peine si le pied laisse une empreinte. La surface est généralement formée par une croûte plus ou moins dure, conséquence d'une légère fusion superficielle, qui recouvre même les névés les moins denses ; mais, dans ce dernier cas, elle est très désagréable au voyageur, car elle résiste un instant, puis s'effondre subitement, et le pied s'enfonce profondément, donnant un violent à-coup à la marche. C'est à cette croûte, je crois, qu'il faut rapporter la séparation très nette que l'on rencontre entre les diverses strates du névé. Celui-ci est en effet composé de couches d'épaisseurs variables sensiblement parallèles à la surface, soulignées fréquemment par des lits de matière terreuse.

On a beaucoup discuté sur la formation de ces strates ; pour les uns,

chacune d'elles représente le produit d'un hiver ; pour les autres, elles correspondent à chaque chute de neige. Les deux opinions peuvent être justes suivant les cas.

Une couche se différencie en effet de la suivante soit par la densité, c'est-à-dire le degré de tassement de sa masse, soit par la lame dure qui les sépare.

La formation de deux couches doit donc être séparée par un laps de temps tel que la couche inférieure ait pris une consistance différente de celle qu'aura la nouvelle couche, ou que les agents atmosphériques aient pu créer la croûte superficielle qui formera séparation. Par exemple : les alternatives fréquentes de chutes neigeuses et de soleil favoriseront la production de nombreuses strates, alors que de nombreuses chutes, si elles ne sont pas éloignées les unes des autres, ne donneront qu'une seule couche.

GLACE.

Le névé de plus en plus dense, grâce à la compression (le point de fusion de la glace est abaissé de 0°,0075 pour une atmosphère de pression), à mesure que de nouvelles couches de neige s'entassent au-dessus de lui, se transforme peu à peu en *glace compacte*. Constituée d'abord par une matière vitreuse, blanchâtre, criblée de bulles d'air, elle augmente ensuite de compacité, prend de la transparence et se colore de ces magnifiques teintes d'azur que l'on admire sur les parois des crevasses ou sur le front des glaciers.

Comme le névé d'où elle provient, cette glace présente des strates en continuité avec celles du névé et rendues d'autant plus visibles par les nuances verdâtres et bleuâtres qu'elle acquiert.

Selon M. von Drygalski, la glace, dans les parties inférieures du glacier, est orientée et montre au polarisateur les propriétés d'une substance cristallisée uniaxe, avec un axe optique perpendiculaire aux couches. L'orientation des grains du névé est au contraire extrêmement confuse ainsi que celle des premiers lits de glace.

Il est probable que, lorsque la compression augmente, il se produit une fusion momentanée qui permet ce changement d'état.

GLACIERS.

Neige, névé, glace compacte, tels sont les trois éléments ou plutôt les trois états d'un même élément, qui constituent le *glacier*.

Par suite des différences climatériques, les glaciers présentent des physionomies diverses suivant les régions. Je crois utile de donner un résumé rapide des caractères de ces appareils tels qu'ils se présentent dans les pays tempérés, dans les Alpes, par exemple.

C'est là, en effet, qu'ils offrent les phénomènes les plus complets, et c'est là aussi où leur étude a été le plus approfondie.

Les névés accumulés dans les cirques, les dépressions de la haute montagne trouvent une issue vers le bas par une gorge, un couloir ; ils se déversent sur cette pente d'une façon généralement brusque, en déterminant une crevasse verticale appelée *rimaye* (*bergschrund* des montagnards de l'Oberland).

Au fur et à mesure de la descente, par l'effet d'une température plus douce et d'une pression plus forte, la transformation du névé en glace s'active ; celle-ci devient bientôt prépondérante ; on a le *glacier* proprement dit.

Dans les Alpes, on réserve en effet plus spécialement le nom de glacier à ces torrents de glace nue qui, le long des vallées encaissées, descendent vers la plaine, épuisés peu à peu par la fusion, et donnent naissance à un cours d'eau. La longueur et le volume d'un glacier, selon l'expression de M. de Lapparent, est le résultat d'une équation d'équilibre qui s'est établie entre l'alimentation et l'ablation.

L'alimentation dépend presque uniquement de la quantité de neige tombée dans le bassin de réception, pour employer un terme appliqué au régime des torrents. L'ablation se trouve déterminée par des causes multiples que Forel résume ainsi (1) :

1° La fusion superficielle, due au contact d'un air dont la température moyenne est au-dessus de zéro ;

2° La fusion interne, déterminée par la pénétration dans la glace

(1) Forel, *Écho des Alpes*, 1881, p. 22.

du rayonnement calorifique extérieur, pénétration d'ailleurs limitée à une zone très mince ;

3° Une fusion superficielle, due à la chaleur latente qui se dégage quand la vapeur d'eau, contenue dans l'air, vient se condenser sur la surface de la glace ;

4° Une fusion qui s'accomplit à la fois par la surface et dans les interstices de la glace, quand la pluie tombe et s'infiltre dans les fissures capillaires ;

5° La fusion de la surface inférieure du glacier, appliquée sur un fond rocheux dont la température, supérieure à zéro, est entretenue par communication avec le foyer de chaleur interne du globe ;

6° L'évaporation directe de la glace, dans un air dont le point de saturation est inférieur à la température de celle-ci.

Le régime du glacier varie avec ces différents facteurs.

Un glacier se comporte à la façon d'un torrent. Les lois générales qui régissent leur mouve nent sont sensiblement les mêmes ; le glacier est un torrent visqueux. Le mouvement des glaciers, connu depuis longtemps, a fait et fait encore l'objet des études les plus intéressantes. La vitesse du glacier est un des éléments les plus importants de son régime, et l'observation méthodique et constante de cette vitesse sur nos glaciers des Alpes est appelée à rendre les plus grands services tant au point de vue scientifique qu'au point de vue économique ; elle est en effet en relation directe avec le débit des torrents, l'une des sources les plus précieuses d'énergie.

L'écoulement d'une matière aussi peu fluide que la glace se fait en vertu de deux propriétés principales : la plasticité et le regel. Les expériences de laboratoire ont démontré les inflexions qu'on peut faire subir à une lame de glace ; mais il suffit, pour en trouver des exemples, de considérer par la tranche ces petits glaciers suspendus aux parois abruptes des aiguilles rocheuses ; on y voit de véritables lames de glace pliées comme du métal malléable ; je l'ai remarqué maintes fois au-dessus de la baie de la Salpêtrière, dans l'île Wandel ; l'on eût dit parfois des bandes de schistes plissés. Le phénomène du regel, qui consiste dans une recongélation immédiate des particules liquéfiées par pression, permet ainsi à une matière solide de s'écouler par un changement d'état physique momentané. Les

particules sont soumises de la sorte à la pression hydrostatique, ou mieux à ce que M. von Drygalski a appelé la *pression glacio-statique*, qui tend à les déplacer des points de plus forte pression vers ceux où la pression est moindre.

Lorsque, par suite de différences de vitesse entre les différents points du glacier, il se crée des forces de tension trop considérables, il en résulte des ruptures, des déchirures dans la masse : ce sont les *crevasses*.

C'est à leur production que l'on doit ces détonations formidables que fait entendre le glacier et dont tout d'abord l'on ne voit point la cause, car au début tout se réduit à une fente imperceptible.

La direction des crevasses est normale à l'effort qui les a fait naître. Elles peuvent être longitudinales, comme dans le cas d'un étranglement de la vallée où le glacier subit un véritable laminage, transversales comme dans les changements brusques de pente ; combinées ensemble au bord d'un dénivellement, d'un seuil, elles produisent ces magnifiques cascades de blocs écroulés au-dessus desquels se dressent les aiguilles et les *séracs*.

Les crevasses obliques ou marginales, dues à la différence de vitesse des bords et du centre, sont obliques en amont vers le centre ; le centre marchant en effet plus vite, la tension augmente suivant une ligne dirigée en amont et vers les bords, d'où rupture à l'étirement.

Toutes ces crevasses se referment au bout d'un certain temps, laissant des sortes de cicatrices qui veinent la masse et sont d'autant plus visibles qu'elles emprisonnent parfois de la neige.

On a souvent remarqué, sans trop l'expliquer, que les espaces qui précèdent et suivent immédiatement les crevasses sont les plus unis.

Cheminant au pied des pentes, dans les gorges, dans les vallées, le glacier reçoit tous les débris de roches qui se détachent des hauteurs.

Le délitement est intense dans la haute montagne. L'eau qui provient de la fusion de la neige pendant le jour pénètre dans les fissures des roches et, regelant au froid de la nuit, elle produit par sa dilatation l'effet d'un coin qui fait éclater la masse.

Aussi la surface du glacier est-elle jonchée de blocs de toutes tailles qui sont entraînés avec lui comme sur un trottoir roulant. Ce sont les *moraines* : moraines latérales le long des bords, moraines médianes dues

à la confluence des glaciers, moraines frontales ou terminales, à l'extrémité du glacier.

Ces matériaux, charriés à la surface, conservent la fraîcheur de leurs angles ; mais il n'en est pas de même de ceux qui pénètrent sous le glacier, soit par les crevasses, soit le long des bords, non plus que de ceux qui sont arrachés au fond même de la vallée sur lequel marche le glacier. Ces fragments, soumis aux frottements contre les parois, sont polis ou striés.

D'autre part, le lit du glacier subit de sa part un polissage énergique ; les roches sont arrondies, il se forme des polis glaciaires, des *roches moutonnées*. Le passage des cailloux durs, emprisonnés dans la glace, y laisse des *stries* profondes, parallèles à la marche du glacier. Une *boue glaciaire*, produit de l'usure des roches, se dépose dans la moraine terminale.

Dans les Alpes, la principale cause de l'ablation est la fusion superficielle. Elle est assez active pour enlever en moyenne, au mois d'août, de 3 à 4 centimètres d'épaisseur de glace par jour. M. Desor a même constaté, en un point particulier du glacier de l'Unteraar, une ablation qui, pendant plusieurs mois, s'est élevée à 7 centimètres par vingt-quatre heures.

L'eau s'écoule à la surface en ruisseaux qui serpentent quelque temps, puis disparaissent dans les crevasses, au fond desquelles on entend mugir le torrent qui va sortir plus bas à l'extrémité du glacier.

Tels sont, résumés à grands traits, les principaux caractères des glaciers des Alpes.

Lorsque l'on se déplace sur le globe de l'équateur au pôle, on constate que le phénomène glaciaire subit des modifications notables suivant les latitudes.

Tandis que, dans les Alpes, la quantité de neige augmente toujours à mesure qu'on se rapproche des cimes les plus élevées, dans l'Himalaya et le Karakorum, les sommets culminants sont souvent dépouillés de neige.

M. de Schlagintweit a constaté que les névés atteignent plus rarement de basses altitudes dans l'Himalaya que dans les Alpes, parce qu'ils sont exposés à une trop grande insolation ainsi qu'à l'influence de pluies d'été très chaudes.

Le Caucase, bien que d'une altitude considérable, avec des sommets

dépassant 5600 mètres, comme l'Elbrous, n'offre pas un développement de glaciers en rapport avec la puissance de son relief; mais ce n'est pas tant dans sa latitude qu'il faut chercher la cause de ce phénomène ; il tient surtout à la disposition de la chaîne, sorte de mur rectiligne peu propice aux grandes accumulations de neige ; d'autre part, la sécheresse du climat favorise l'évaporation, et la température élevée de l'été relève encore le niveau des neiges; les glaciers ne descendent guère au-dessous de 2400 mètres. C'est également à la forme rectiligne de la chaîne qu'il faut attribuer la faible étendue des glaciers dans les Pyrénées, sous la même latitude que le Caucase ; il faut y ajouter la sécheresse des vents du nord, qui viennent frapper le flanc abrupt de la montagne, tandis que les vents du midi, qui pourraient apporter de la vapeur d'eau et par suite de la neige, s'épuisent sur les contreforts en gradins du versant espagnol.

Les Alpes, au contraire, par leur immense surface, par leur relief tortueux, leurs vallées convergentes, leurs cirques nombreux, forment un bassin de réception d'une superficie extraordinaire. La richesse en vapeur d'eau de certains vents, ceux d'ouest par exemple, détermine, sur des condenseurs d'une altitude qui atteint 4810 mètres au massif du mont Blanc, d'abondantes chutes de neige. Aussi les glaciers y sont-ils innombrables, et ils y acquièrent un développement énorme : le glacier l'Aletsch a 24 kilomètres de longueur et sa superficie dépasse 130 kilomètres carrés.

Dans les Alpes, par 46° de latitude, la limite inférieure des neiges perpétuelles est à 2700 mètres au-dessus du niveau de la mer sur le versant nord, à 3000 mètres sur le versant sud.

En Norvège, les champs de neige présentent un aspect spécial, ce qu'on a appelé le type scandinave. Les névés s'étendent sur de larges plateaux pour se déverser autour, comme par trop-plein, dans les couloirs qui échancrent leur bordure. Au lieu de ces vallées convergentes très inclinées, de ces vastes entonnoirs qui caractérisent les Alpes, ici ce sont des vallées divergentes souvent à très faible pente.

Dans la région méridionale, les glaciers s'arrêtent à 300 mètres d'altitude ; mais cette limite s'abaisse quand on gagne en latitude, et sur la côte

septentrionale ils descendent jusqu'au rivage. La limite des neiges perpétuelles s'abaisse plus rapidement encore, et, dans le nord, elle est à une très petite distance du niveau de la mer; les glaciers diminuent donc d'étendue. En même temps, les moraines disparaissent ou ne commencent qu'à une faible distance de la base des glaciers.

En Islande, je n'ai vu nulle part les glaciers atteindre le bord de la mer.

Le Groenland est recouvert, dans presque toute son étendue, par une calotte glaciaire ; seule une étroite bande de terre reste libre sur la côte occidentale. Cette immense calotte, appelée *inlandsis*, a tout noyé sous sa masse congelée; M. Nansen, dans la mémorable traversée qu'il en fit en 1888, à hauteur de Godthaab, s'est élevé à l'altitude de 2 700 mètres sans rencontrer d'autre accident montagneux que quelques pyramides rocheuses ou *nunataks* perçant le manteau de glace et ne le dépassant guère que d'une dizaine de mètres. Le long de la côte orientale, la masse glaciaire s'appuie sur une chaîne qui, selon M. von Drygalski, serait le point de départ du phénomène ; c'est de là que descendrait l'inlandsis qui, contenu par les hauteurs du sud et de l'ouest, s'écoule sur le versant occidental.

Les glaciers groenlandais sont les émissaires de l'inlandsis. Très nombreux sur la côte orientale, c'est surtout à l'ouest qu'ils atteignent la plus grande puissance.

Le glacier de Humboldt (détroit de Smith), qui s'étend sur un front de plus de 110 kilomètres, c'est-à-dire sur la longueur de 1° de latitude, se termine par une falaise de 90 mètres de hauteur, selon Kane. Ces glaciers, au lieu d'être profondément encaissés comme ceux des Alpes, s'étalent sur de larges espaces et descendent jusqu'à la mer, où ils se terminent par un escarpement vertical. Lorsqu'ils débouchent au fond d'un fjord, leur masse, appuyée sur les côtes, s'avance parfois assez loin dans la mer. Étant donnés la largeur du glacier et le peu de hauteurs rocheuses qui le dominent, les moraines de surface y sont très réduites ; en revanche, par suite du rabotage produit par des masses aussi puissantes, les moraines profondes et les boues glaciaires prennent un grand développement ; il en est de même des cailloutis glaciaires dus au remaniement des blocs par les torrents abondants qui proviennent de la fonte des glaces.

Ce qui caractérise encore les glaciers groenlandais, c'est leur vitesse de progression très rapide, malgré des pentes souvent assez faibles. Le glacier de Jakobshavn, dont la pente de surface n'est que d'un demi-degré, chemine en juillet, selon M. Helland, de plus de 19 mètres par jour dans le voisinage de son milieu. Au nord d'Upernivik, on a relevé une progression de 31 mètres par vingt-quatre heures. Sur le glacier de Torsukatak, l'avancement est de 10 mètres. Cette rapidité est attribuable presque entièrement à l'énorme pression qu'exerce la masse de l'inlandsis.

Au Spitzberg, par 78° de latitude nord, l'extension du névé par rapport à la glace compacte s'accuse au point qu'il est très rare que la glace se montre à la surface du glacier. Celui-ci empiète fréquemment sur la mer, et la falaise qui le termine s'élève à 30, 50 mètres de hauteur sur un front qui dépasse quelquefois 20 kilomètres. Scoresby a mesuré un mur vertical de 120 mètres de hauteur au glacier de Horn-Sound ; le second des glaciers de Smeremberg avait 91 mètres.

D'après Phipps, à Magdalena-Bay, le glacier d'entrée avait 63 mètres et celui de la pointe aux Tombeaux 76 mètres.

La température de la mer, qui en été au Spitzberg est de plus de 4°, fond la base de ces escarpements et y creuse des grottes dont on distingue à marée basse la voûte régulière et unie.

Dans l'archipel François-Joseph, entre les 80° et 82° de latitude nord, le phénomène glaciaire acquiert une ampleur plus grande encore. Selon Payer, les falaises de glace qui bordent les côtes varient de 30 à 60 mètres de hauteur. Le glacier Dove s'étale sur un front de 60 kilomètres.

Les régions polaires antarctiques dépassent, sous le rapport de la glaciation, tout ce qui est connu dans l'hémisphère boréal. Dès les Shetlands du Sud, par 62° de latitude sud, la limite des neiges descend au niveau de la mer, et la glaciation y prend une intensité telle qu'il faut remonter dans le nord à 80° de latitude, c'est-à-dire à la Terre François-Joseph, pour trouver un point de comparaison.

Dans l'hémisphère nord, en Norvège et en Russie, jusqu'à des latitudes bien plus élevées que celle des Shetlands du Sud, les céréales viennent à maturité ; le Groenland montre en été de verdoyantes prairies où paissent les bœufs musqués ; l'Islande est couverte de pâturages, et sa

capitale Reykjavik gît par la même latitude que l'île Wandel, où nous avons hiverné. Le Spitzberg occidental, par 78° de latitude, serait une riante oasis auprès des côtes désolées de ces premières îles de l'Antarctique. Ici tout disparaît sous la neige. En dehors des montagnes trop abruptes pour que la neige y puisse séjourner, bien rares sont les points où la roche se montre à nu.

Dans la région parcourue par le « Français », tout se résume à quelques îlots bas continuellement balayés par les vents, à quelques presqu'îles avancées, exposées à toutes les tempêtes, enfin quelquefois à la bordure littorale battue par les flots ou découverte à marée basse.

Encore n'est-ce qu'en très petit nombre que nous avons rencontré ces espaces dénudés. En tout peut-être une quinzaine de petites étendues dont les plus larges ne dépassent pas 200 mètres de plus grande dimension. Dans l'île Wandel : la rockerie, le défilé de la Hache, la presqu'île Hervéou. A Port-Lockroy, la rockerie, l'îlot Goudier, des portions de la presqu'île située au nord de la baie, les moraines de l'île Doumer, l'îlot Goetschy. Sur l'île Hoseason, les nombreux éboulis de cette langue rocheuse qui se termine par le cap Possession. Sur l'île Anvers, les terres basses de la baie Biscoe. Dans la baie des Flandres et sur l'île Hovgaard, à peine quelques mètres carrés. Dans le chenal de Lemaire, deux petites plages au sud du cap Renard. Sur l'île Lund, les rockeries sur la côte est et l'extrémité de la région nord. Quelques îlots de l'archipel Argentina, les petites îles voisines du cap Tuxen. Cette absence de neige en ces quelques localités n'est nullement due à un climat plus doux. Presque partout on relève une cause adjuvante secondaire qui explique la disparition de la neige : ainsi la présence de nombreux oiseaux qui salissent la neige, y déposent des particules étrangères de couleur sombre, poussières minérales, matières organiques, guano qui, en absorbant la chaleur solaire, deviennent des agents puissants de fusion. La couleur sombre de certaines roches, comme les porphyrites, d'un vert foncé, semble avoir une action efficace sur l'îlot Geotschy, l'île Lund, les îles Argentina.

Les éboulis, les moraines paraissent aussi, par la division des blocs, favoriser le rayonnement de la chaleur solaire et activer la fusion. On conçoit que, dans les localités où les vents qui accompagnent les grandes

tombées de neige du printemps empêchent celle-ci de s'accumuler en trop grande épaisseur, ces actions secondaires puissent exercer une influence prépondérante.

Sur le versant oriental, devant la Terre du Roi Oscar, les îles Seymour et Snow-Hill offrent de plus grandes étendues de sol dépourvues de glace.

La cause en est peut-être due à la plus grande violence des tempêtes dans cette région ; mais, selon M. J. Gunnar Andersson, il faut l'attribuer surtout à la présence d'un grès tendre, roche qui paraît être défavorable aux formations glaciaires. Un fait analogue se produit à la Terre du Roi Charles, située à l'est du Spitzberg, où les sédiments mésozoïques tendres facilement désagrégés sont presque entièrement libres de glace, tandis que, de l'autre côté, la Terre Giles et la Terre du Nord-Est, formées de roches dures plutoniques et métamorphiques, sont toutes couvertes de glace.

Quoique ces espaces libres de neige soient plus développés dans la Terre Victoria par 78° de latitude Sud, au cap Adare en particulier, ce ne sont encore là que des accidents locaux dus certainement à des phénomènes secondaires. « Sur les pentes nord et nord-est du mont Terror, dit le capitaine Scott (1), la neige n'occupe que les vallées profondes, et le sol est à nu sur de si vastes espaces qu'il semble possible d'atteindre le sommet sans rencontrer de pentes neigeuses. Dans cette région, la terre a donc une couleur sombre depuis le niveau de la mer jusqu'au sommet du mont Terror. » Encore cette disparition de la neige n'a-t-elle pas lieu tous les ans, puisque Ross, dans l'été, vit ces mêmes pentes entièrement couvertes de neige. A moins qu'il ne faille voir là un exemple du retrait de la glaciation antarctique.

Ainsi, d'une manière générale, les neiges persistantes descendent jusqu'au niveau de la mer. On voit donc de suite la différence essentielle qui s'établit entre les glaciers polaires et les glaciers alpins. Ces derniers étaient constitués, comme on l'a vu, par deux portions bien distinctes : le névé et le glacier proprement dit, qui ne contient que de la glace compacte. Le glacier polaire antarctique est tronqué, ce n'est plus qu'un immense névé.

(1) R. Scott, *La « Discovery » au pôle sud*, t. I,

Nulle part on ne rencontre cette nappe de glace vive avec ses larges crevasses béantes au fond desquelles grondent les torrents, ces moraines régulièrement alignées sur sa surface ou ses bandes boueuses emboîtées les unes dans les autres, en un mot le fleuve de glace compacte qui semble couler, haché de vagues, entre les flancs boisés de nos montagnes des Alpes. Si l'on veut se représenter le glacier polaire, c'est dans les hautes altitudes de nos régions, dans la zone des neiges perpétuelles, qu'il faut prendre les points de comparaison. La surface est en effet entièrement recouverte de neige ou de névé ; ce n'est qu'à une profondeur quelquefois grande que l'on trouve la glace compacte, qui ne se montre à nu que sur la tranche du glacier ou sur quelques pentes extrêmement raides.

La densité de ce névé varie naturellement en augmentant avec la profondeur, depuis la neige plus ou moins tassée qui couvre la surface jusqu'à la glace compacte à laquelle il passe graduellement. La surface elle-même varie de la neige molle fraîchement tombée, dans laquelle le voyageur enfonce jusqu'à mi-cuisse, au névé déjà dur sur lequel le pied laisse à peine une empreinte.

A l'inverse du glacier alpin, dont la surface est bombée, le glacier polaire se raccorde aux parois rocheuses par une courbe concave vers le haut. L'été cependant, le rayonnement du rocher arrive parfois à fondre la neige à son voisinage et constitue ainsi un petit ravin entre lui et le glacier ; le même fait ne s'observe-t-il pas au Mont Blanc, près des Petits-Mulets ?

Les crevasses sont rares ou du moins ne sont pas visibles. Celles qui existent dans la profondeur sont recouvertes par l'éboulement des parties meubles du névé. Les *ponts de neige*, qui se forment ainsi, sont parfois assez fragiles pour s'effondrer sous le poids du voyageur et constituent un danger constant ; il faut reconnaître cependant que le névé ne présente pas à ce point de vue le même danger que les champs de glace compacte cachés sous un manteau de neige fraîche.

Près de l'extrémité du glacier, on observe quelques crevasses transversales ; elles sont en général longues et étroites. Elles s'annoncent, lorsqu'elles se forment, par de fortes détonations sans que l'on puisse voir autre chose souvent qu'une mince fissure qui vient de s'ouvrir dans la masse.

Il est pourtant une sorte de crevasses qui sont au contraire très fréquentes

dans une région aussi accidentée que la nôtre, ce sont les crevasses d'escarpement. Lorsque le lit du glacier offre une forte pente, la plasticité de la glace n'a plus le temps d'exercer son influence; il s'ensuit des fractures qui divisent la masse dès qu'un seuil détermine un changement de pente. Du haut des escarpements, les glaces se précipitent en une véritable cascade de blocs qui s'entassent en un inexprimable chaos, ou s'érigent en marches gigantesques d'un escalier de géants, tandis que de magnifiques séracs se dressent au bord de l'abîme.

Les crevasses des glaciers polaires se distinguent par un fait qui frappe le voyageur habitué aux courses dans les Alpes : c'est le silence de leurs profondeurs. Le mugissement des torrents, qui, à la fois, charme et émeut lorsqu'on se penche sur les gouffres alpins, n'existe pas ici. La fusion superficielle, assez peu active même dans les mois les plus chauds, ne donne qu'une faible quantité d'eau, absorbée bientôt par la surface poreuse du névé.

Au reste pénétrerait-elle profondément qu'elle serait bientôt congelée, la masse du glacier se trouvant à une température inférieure à 0°. Cette absence de ruissellement explique que l'on ne rencontre ici ni les moulins, ni les grottes si fréquentes dans les glaciers des Alpes.

Quelques grottes se forment cependant par tassement du névé dans l'épaisseur de la masse; d'autres prennent naissance dans l'intervalle de deux rochers, par-dessus lesquels le glacier fait un pont (Pl. V, fig. 18).

MORAINES.

Les moraines superficielles sont presque inconnues sur les glaciers polaires.

Les matériaux détachés des montagnes sont rapidement recouverts par la neige ou s'enfoncent dans le névé ; enfouis dans la masse, qui se transforme peu à peu en glace, ils cheminent avec elle et ne reparaissent qu'à l'extrémité du glacier.

D'autre part, des poussières minérales, portées par le vent, se répandent à la surface du névé ; elles y forment des lits quelquefois très nets, qui soulignent vivement les stratifications.

On retrouve leurs lignes horizontales en même temps que les blocs enchâssés dans la glace sur le front terminal du glacier.

Quand celui-ci se désagrège, ils sont ainsi entraînés au loin sur les glaces flottantes, à moins qu'auparavant expulsés par la pression ils ne tombent à la mer au pied de la falaise pour s'ajouter à la moraine frontale. Cette moraine, constituée par les matériaux de la moraine de fond et par la boue glaciaire, fine argile bleue, produit du rabotage du lit du glacier, est cachée sous les eaux, puisque le glacier descend jusqu'à la mer ; la déclivité du sol la conduit généralement à une grande profondeur, et ce n'est dès lors que par les sondages que l'on constate son existence.

Cependant, dans quelques cas particuliers, j'ai rencontré des moraines frontales à découvert au-dessus du niveau de la mer. Dans le chenal de Roosen, sur l'île Wiencke, au pied du mont Jabet, une moraine s'étend au niveau des eaux sur une longueur de 250 mètres ; sa hauteur ne dépasse pas 2 ou 3 mètres ; les blocs sont anguleux, mêlés à beaucoup de boue ; sa direction est parallèle à celle du chenal. Sur la côte nord de l'île Doumer, dans ce même chenal, une autre moraine apparaît au pied du glacier qui couvre l'île (Pl. I, fig. 5) ; sa direction est perpendiculaire à celle de la précédente. Elle forme un vaste arc de cercle à flanc de coteau ; les deux branches de l'arc descendent jusqu'à la mer ; la tangente horizontale est à 25 mètres d'altitude ; la corde peut avoir 200 mètres de longueur. Les blocs ont subi un certain polissage ; les stries y sont presque absentes, la boue est abondante. Elle s'élève au-dessus d'un socle dioritique admirablement poli. Au moment où je l'ai visitée, en janvier, des filets d'eau s'échappaient de son pied en entraînant du sable fin. Enfin une troisième moraine se montre dans l'île Hovgaard, sur le versant du chenal de Lemaire, près d'un point où nous avons campé à plusieurs reprises. Située à une soixantaine de mètres d'altitude, elle est rectiligne et parallèle à la côte ; la boue en est complètement absente, et les blocs paraissent exposés à l'air depuis une époque assez lointaine ; leur surface est en effet érodée, et des lichens les ont envahis. Dans le détroit de Gerlache, M. Arctowski a signalé en plusieurs endroits des moraines parallèles à la direction du canal : près du cap Reclus, une très grande moraine dressée le long de la côte ; sur l'îlot Bob, des parties de moraines très bien conservées situées à 25 mètres

d'altitude, hautes de 5 à 7 mètres et adossées contre la pente du rivage ; enfin, sur l'île Bank, de l'autre côté du détroit, une très belle moraine d'une hauteur de 20 mètres.

Les moraines semblent beaucoup plus développées dans la région de la Terre Victoria. Les dépôts morainiques s'élèvent au cap Adare jusqu'à l'altitude de 240 mètres.

L'île Ross en présente de nombreux exemples près du cap Crozier, au-dessus des falaises du versant oriental du mont Terror et sur le versant sud du mont Erebus, au-dessus du cap Royds. Les terres situées à l'extrémité sud de la baie Mac Murdo et la glace qui les unit sont littéralement enfouies sous des monceaux morainiques sur une longueur de 9 kilomètres, une largeur de $5^{km},5$, avec un relief de 30 mètres. D'autre part, M. Ferrar a signalé, sur le glacier qui porte son nom, des moraines médianes et latérales « composées de longues traînées de blocs pouvant atteindre un diamètre de $0^{m},90$ et rarement accompagnés d'éléments de plus petite dimension ». Mais, ajoute-t-il, d'une façon générale, les matériaux supraglaciaires sont rares, comparés à ceux que charrient le glacier de Tasman à la Nouvelle-Zélande et celui de Zmutt dans les Alpes.

FRONTS DES GLACIERS.

Tous les glaciers qui arrivent à la mer s'y terminent brusquement par un front vertical (Pl. III, fig. 11). Étant donné le petit nombre d'emplacements qui ne soient pas occupés par les glaciers, on peut dire que c'est l'aspect général des côtes antarctiques, d'être bordées par un mur vertical de glace.

Sa hauteur est variable et peut atteindre 90 mètres et plus ; la hauteur la plus fréquente oscille entre 20 et 30 mètres. On comprend donc combien sont rares les points où le navigateur peut atterrir, même lorsque la mer se trouve libre.

Cette muraille verticale est parfois d'une régularité merveilleuse ; d'un bleu verdâtre plus ou moins intense, elle montre, en une succession de bandes horizontales, les stratifications du glacier, soulignées souvent par de minces lits gris ou noirs de poussières minérales.

Çà et là, des blocs rocheux sont encastrés dans la glace ; j'en ai vu parfois d'énormes, à demi expulsés de leur gangue, surplomber la falaise. Ce rebord supérieur de la muraille est, en certains endroits, orné d'une grande corniche de neige, sorte de volute de neige du dessin le plus harmonieux soutenue dans le vide par la cohésion de la matière. Le plus souvent, le front est fissuré (Pl. IX, fig. 32), crevassé, irrégulier, sillonné de profondes anfractuosités qui se colorent du bleu sombre le plus magnifique ; les crêtes se hérissent d'aiguilles menaçantes, de tours penchées qui semblent prêtes à s'effondrer ; le pied, lorsqu'il plonge dans la mer, se creuse de cavernes aux voûtes azurées. Mais l'allure générale reste celle d'un mur vertical inabordable.

Ce front de glacier peut occuper trois positions différentes :

1° Ou bien le glacier repose entièrement sur le sol et s'arrête au point même où la mer affleure à sa base ; c'est le cas le plus général, au moins dans la région que nous avons parcourue. La côte, en effet, plonge le plus souvent presque verticalement sous les eaux ; la masse glaciaire, perdant brusquement pied, se rompt aussitôt.

On peut distinguer alors à son pied un liséré de la roche sous-jacente, plus ou moins apparente suivant l'heure de la marée.

Ce sont des roches polies sur lesquelles on peut recueillir parfois quelques cailloux de la moraine de fond. Cette disposition permet de se rendre compte, en examinant la base du glacier, que celui-ci ne se moule pas complètement sur son fond. Sa face profonde est plus ou moins plate ; il descend sur une surface tangente aux aspérités du lit.

2° Le glacier peut empiéter sur la mer tout en continuant à reposer sur le sol.

Ce cas se présente lorsque le glacier débouche sur une pente à faible inclinaison ou s'établit sur de hauts fonds ; le glacier se maintiendra sur ce fond jusqu'au point où, la profondeur étant suffisante pour faire flotter la masse, celle-ci, soumise aux mouvements de la mer, se séparera. Un exemple remarquable de ce type s'observe sur les côtes de l'île Coulman, où les neiges éboulées du sommet de l'île s'amoncèlent au pied des falaises en grands cônes de déjection et vont se terminer en mer par une muraille de 15 à 30 mètres.

3° Enfin le glacier peut s'avancer plus loin, et son front peut flotter. Dans les baies demi-circulaires, surtout dans les gorges étroites des fjords, les deux rives latérales constituent des points d'appui qui permettent à la masse glaciaire de résister à la houle et de continuer à avancer, tout en flottant ; le front forme la corde sous-tendue de l'arc constitué par la baie.

Les anfractuosités de la côte disparaissent ainsi ; il ne reste plus que la ligne régulière de la muraille de glace.

C'est peut-être à ce phénomène qu'il faut rapporter les nappes remarquables qui, dans la Terre Victoria, remplissent la baie Lady Newnes et celle voisine du cap Gauss, peut-être aussi la Grande Barrière de Ross.

ALIMENTATION DU GLACIER.

L'alimentation du glacier prend naissance surtout dans les replis élevés des montagnes ; dans les cirques, dans les entonnoirs, la neige est collectée et de là converge vers le bas par les couloirs ou les vallées. D'autre part, la neige amoncelée sur les plateaux ou sur les crêtes se deverse en nappes sur les pentes, ou tombe en avalanches du haut des falaises.

Ainsi, comme dans les Alpes, les glaciers sont le déversoir des neiges tombées sur les hauteurs. Mais ici, comme, même au niveau de la mer, la température de l'atmosphère et du sol sont presque toujours au-dessous de 0°, les neiges tombées dans les parties basses persistent ; d'une part, elles vont augmenter l'épaisseur des glaciers descendus des hauteurs ; d'autre part, elles sont assez puissantes pour former à elles seules des glaciers, comme on le verra plus loin dans l'étude des piedmont-glaciers et des calottes glaciaires.

Il ne faudrait pas croire cependant que toute la neige tombée sur une région est destinée à constituer le glacier. Comme je l'ai indiqué, les flocons de neige s'agglutinent mal entre eux, surtout pendant l'hiver ; ils forment une poussière de fins cristaux sur laquelle le vent a beaucoup d'action. Les tempêtes fréquentes qui soufflent sur ces côtes soulèvent ce poudrin en épais tourbillons et l'emportent sur l'océan.

Ce n'est que pendant les périodes humides que la neige peut prendre de la cohésion et rester en place.

ABLATION DU GLACIER.

La fusion superficielle est très faible sur les glaciers antarctiques, et c'est là une des grandes différences qui les distingue des glaciers arctiques.

La température de l'été antarctique atteint en effet assez rarement 0°, même par 62° latitude, tandis qu'au Spitzberg, par 78° de latitude, la moyenne de juillet monte à + 2°,8; au nord du Groenland, par 79° de latitude, elle est encore de + 2°,5, et à la pointe sud, par 60° de latitude, cette moyenne s'élève + 7°,5.

Aussi M. Nansen, dans sa traversée du Groenland, a-t-il pu observer sur le plateau central, par un jour sans nuit, une fusion générale de la neige d'une épaisseur de 15 centimètres.

Les deux tableaux ci-dessous dressés par le lieutenant de vaisseau J. Rey (1) permettront de se rendre compte des températures moyennes observées pendant une année dans la région de l'île Wandel, ainsi que

Moyennes de la température de l'air.

	MOYENNE	TEMPÉRATURE		MOYENNE DIURNE	
		Maxima du mois.	Minima du mois.	Maxima.	Minima.
1904.					
Février	— 0,43	+ 5,9 le 23 à 10 h.	— 7,3 le 13 à 4 h.	+ 2,10	— 2,64
Mars	— 1,21	+ 5,0 le 5 à 22 h.	— 7,5 le 30 à 4 h.	+ 0,85	— 2,94
Avril	— 5,20	+ 6,0 le 11 à 18 h.	— 13,8 le 27 à 9 h.	— 3,37	— 7,15
Mai	— 10,39	— 0,4 le 2 à 10 h.	— 22,2 le 23 à 23 h.	— 7,62	— 13,40
Juin	— 11,23	+ 4,0 le 2 et le 18.	— 25,2 le 30 à 7 h.	— 7,68	— 14,86
Juillet	— 19,20	— 2,5 le 31 à 5 h.	— 34,0 le 7 à 4 h.	— 15,16	— 23,37
Août	— 6,44	+ 1,0 le 22 à 11 h.	— 25,5 le 3 à 17 h.	— 3,82	— 9,78
Septembre	— 3,50	+ 2,2 le 2 à midi.	— 13,2 le 29 à 1 h.	— 1,01	— 6,26
Octobre	— 7,43	+ 4,0 le 25 à 17 h.	— 19,2 le 1er à 22 h.	— 4,09	— 11,15
Novembre	— 0,30	+ 4,8 le 14 à 16 h.	— 6,0 le 11 à 22 h.	+ 1,86	— 2,31
Décembre	— 0,44	+ 4,5 le 13 à 11 h.	— 4,7 le 2 à 23 h.	+ 1,62	— 2,21
1905.					
Janvier	+ 0,48	+ 4,0 les 5 et 30 à 11 h. 14 h.	— 2,6 le 15 à 4 h.	+ 1,50	— 0,65
Printemps	— 2,72	+ 4,8	— 19,2	+ 1,86	— 11,15
Été	— 0,39	+ 5,9	— 7,5	+ 2,10	— 2,94
Automne	— 8,94	+ 6,0	— 25,2	— 3,37	— 14,88
Hiver	— 9,71	+ 2,2	— 34,0	— 1,01	— 23,37
Année	— 5,44	+ 6,0 le 11 avr. à 18 h.	— 34,0 le 7 juil. à 4 h.	+ 2,10	— 23,37

(1) J.-J. Rey, *Note sur les observations météorologiques de l'Expédition Antarctique Française*, tabl. II et XI.

du nombre des heures de soleil. Il faut remarquer toutefois que l'action solaire est loin d'être toujours efficace pour fondre la neige et qu'à ce point de vue le nombre d'heures doit être de beaucoup restreint.

Récapitulation des heures de soleil.

	HEURES DE JOUR = H	HEURES DE SOLEIL = h	$\frac{h}{H}$	JOURS sans soleil.
1904.				
Février	462h 18m 0s	163h	0,350	12
Mars	388 03 4	115	0,296	11
Avril	271 50 3	93 30	0,343	13
Mai	174 11 4	70	0,401	13
Juin	93 53 1	22 30	0,239	16
Juillet	136 21 2	40 30	0,295	12
Août	240 03 8	51 30	0,214	16
Septembre	334 54 4	119	0,355	7
Octobre	452 51 9	197 30	0,436	9
Novembre	544 49 7	213	0,390	8
Décembre	644 17 2	200 30	0,313	7
1905.				
Janvier	608 11 4	110	0,180	16
Printemps	1641 58 8	611	0,379	24
Été	1458 32 8	388	0,275	39
Automne	539 54 8	186	0,328	42
Hiver	711 19 4	211	0,288	35
Année	4351 45 8	1396	0,318	140

Pendant les mois les plus chauds, décembre et janvier, nous n'avons jamais observé que de minces ruisseaux d'eau de fusion à la surface des glaciers ; courant vers les parties déclives en creusant des sillons, ils viennent bientôt se précipiter à la mer du haut de la falaise de glace. Cette fusion est moins due à l'action directe du soleil et de l'air ambiant qu'à la présence des poussières minérales qui absorbent les rayons solaires et jouent le rôle de la Cryoconite étudiée par Nordenskjöld sur les inlandsis du Groenland.

Après les journées ensoleillées de l'été, la surface du névé apparaît sale, criblée de ces poussières qui sur les croupes traçent souvent comme des lignes de niveau.

D'autre part, les rochers qui émergent du glacier, les blocs des moraines déterminent souvent par rayonnement la fusion de la neige avoisinante ; ils sont alors entourés d'un petit ravin au fond duquel s'étend quelquefois

une nappe de glace unie comme un miroir. Près du défilé de la Hache, dans l'île Wandel, il s'était formé un de ces petits appareils d'une dizaine de mètres de longueur.

Les granites de la colline du Cairn déterminèrent, en décembre 1904, par la fonte des glaces avoisinant le mouillage du « Français », un certain nombre de cascades qui furent mises à profit par nos matelots pour amener l'eau à bord.

Au pied de la moraine de l'île Doumer, dont j'ai parlé plus haut, s'écoulait un abondant ruisseau. Sur l'île Hovgaard, nous avons même été victimes de ce phénomène, car, ayant établi notre tente au pied de la moraine, nous nous sommes réveillés un matin au milieu d'un torrent.

Pour la même raison, les éboulis sont souvent le siège d'une fusion active ; les flancs de la colline Jeanne sur le versant de Port-Charcot étaient en été couverts de petites cascades dont le gazouillis sur les rocs parmi les mousses chantait délicieusement à nos oreilles déshabituées et nous donnait l'impression d'une Suisse en miniature.

Les relations de la « Discovery », quoique s'appliquant à des latitudes plus élevées, donnent l'impression d'une fusion plus intense dans les parages de la Terre Victoria.

Le capitaine Scott parle de ruisseaux de 60 à 90 centimètres de profondeur sur l'île Noire.

M. Skelton dit que, sur le glacier Ferrar, par 78° de latitude « pendant les chaudes journées de la fin de décembre et du commencement de janvier, tous les blocs des moraines s'entourent de grandes flaques d'eau, dont quelques-unes atteignent une profondeur de 3 ou 4 pieds... Un véritable torrent coulait près des rochers de la Cathédrale et se jetait dans un lac large de 800 mètres, d'où il gagnait la mer, et ce torrent n'était pas le seul (1) ». M. Ferrar déclare que, « près de l'île Brune, à la suite d'une chute de neige pendant l'été 1903, la fusion fut si abondante que des cascades ruisselaient de tous côtés. Sur les versants, elles bondissaient en d'étroits canaux et, sur les pentes inférieures, formaient de petits cônes de déjection de boue et de sable ; sur les flancs du glacier Ferrar,

(1) R. Scott, *La « Discovery » au pôle Sud*, vol. II, p. 87.

les torrents produits par la fusion estivale coulaient entre la glace et la montagne » (1).

Quoi qu'il en soit, la fusion reste une cause très secondaire de l'ablation du glacier.

Il en est de même et plus encore de l'évaporation, qui est cependant très rapide à certaines périodes de grande sécheresse de l'atmosphère.

Le chasse-neige, comme je viens de le dire, est aussi un agent d'ablation, en entraînant à la mer de grandes quantités de neige. Mais toutes ces causes seraient loin de compenser l'incessante et formidable alimentation des glaciers polaires si leur situation même, au voisinage de la mer, n'arrêtait leur marche lorsqu'ils arrivent à elle.

La muraille qui s'élève verticalement au-dessus de la mer, soumise à la poussée du glacier et à l'action des vagues, est débitée au fur et à mesure qu'elle avance; usée, sapée à sa base, elle se creuse de cavernes dont la voûte arrondie s'élargit peu à peu en laissant tomber de gros blocs; la partie surplombante se fissure parallèlement au fond; il s'en détache des plaques de glace, semblables à de larges écailles, qui s'effondrent avec fracas dans la mer en soulevant des lames énormes. Aussi l'approche de ces falaises si attirantes, avec leur splendides gammes de bleus et leurs antres mystérieuses, est-elle toujours dangereuse, particulièrement dans la belle saison.

Un grand nombre de glaciers, comme ceux de la baie des Flandres et de la Terre de Graham, ont un front plus chaotique; les crevasses transversales se multiplient souvent près de l'extrémité du glacier et se compliquent de fentes longitudinales, qui divisent ainsi la masse en prismes plus ou moins réguliers : on dirait une bousculade de cubes gigantesques poussés à la mer.

Échoués quelque temps sur le rivage, plus ou moins démolis dans leurs positions diverses, ils glissent peu à peu à la mer, où, mis à flot, ils partent à la dérive.

Les glaciers qui s'avancent au loin dans la mer, assez loin pour que leur extrémité puisse flotter, sont des glaciers très réguliers, qui pourraient ainsi progresser indéfiniment si la houle ou quelque autre

(1) R. Scott, *La « Discovery » au pôle sud*, vol. II, p. 318.

cause n'y déterminait de loin en loin des fentes qui libèrent ainsi de très grandes masses. C'est ce qui se passe pour les grandes barrières de la Terre Victoria, de la Terre Adélie, de la Terre Guillaume II.

Ainsi, dans leur mouvement progressif, les glaciers essaiment sur la mer, en débris de toutes tailles, leur énorme surcharge. Ainsi prennent naissance la grande majorité des glaces flottantes, qui seront étudiées dans le chapitre suivant.

MOUVEMENT, VITESSE DES GLACIERS

L'étude de la vitesse de progression d'un glacier est l'un des chapitres les plus intéressants de son histoire.

Pour les glaciers polaires, en particulier, dont la longueur est à peu près fixe, puisqu'ils s'arrêtent à la mer, elle traduit son régime, c'est-à-dire la relation entre l'alimentation et l'ablation.

Les observations ont montré que cette vitesse ne dépend que dans une faible mesure de la température ; elle est donc, pour un glacier, presque uniquement fonction de la pression qu'exercent les masses élevées sur les parties inférieures. Une vitesse plus grande indiquera par conséquent l'augmentation des précipitations neigeuses dans le bassin de réception. D'autre part, l'ablation par voie de fusion étant assez faible pour être regardée comme constante, la vitesse sera en relation directe avec le débit du glacier sous forme de glaces flottantes.

Mais la vitesse du glacier varie en ses différents points ; elle est plus rapide au centre que sur les bords, à la surface qu'au fond ; elle augmente sur une rive concave, diminue sur une rive convexe ; elle est plus grande dans les gorges, plus lente si le glacier s'étale. Il suffit de jeter les yeux sur ces quelques mesures faites par Tyndall sur la mer de Glace pour s'en rendre compte :

Trélaporte	0m,50	par 24 heures.
Les Ponts	0m,57	—
Au-dessus de Montanvert	0m,65	—
Montanvert	0m,85	—
Au-dessous de Montanvert	0m,90	—

Ce ne sont donc que des mesures nombreuses qui pourront donner une

idée exacte du régime des glaciers, et l'on conçoit que pour les glaciers polaires l'on ne possède que des données restreintes à cet égard. Je n'ai eu, pour ma part, aucune occasion de faire des mesures sérieuses. Les glaciers de la baie des Flandres étaient inabordables ou du moins auraient exigé une assez longue expédition pour être visités. Sur la Terre de Graham, nous n'avons fait qu'un court débarquement au cap Tuxen. Port-Lockroy, comme Port-Charcot, n'offraient dans le voisinage de nos stations que des névés de peu d'importance et par suite sans intérêt. La petite vallée de l'île Wandel, où était établie notre maison démontable, avait trop peu d'étendue pour constituer un champ d'études. J'y avais cependant planté et repéré deux piquets ; ils ne se déplacèrent que de quelques centimètres au cours des neuf mois qu'a duré l'hivernage.

Les autres expéditions antarctiques n'ont rapporté que peu d'observations de cet ordre sur les régions qu'elles ont parcourues. M. Ferrar, dans son étude des glaciers de la Terre Victoria, s'exprime ainsi : « En raison de la grande distance qui séparait nos quartiers d'hiver des glaciers, nos observations sur le mouvement de la glace ont été peu nombreuses. La vitesse avec laquelle la glace du South Arm arrive dans l'East Fork du glacier Ferrar est probablement inférieure à 6 pieds par mois. D'autres observations faites à son extrémité montrent que la vitesse est extrêmement petite. Le Blue Glacier ne progresse pas de 4 pieds par an (1). »

Il semble donc que les émissaires de la grande calotte glaciaire qui couvre la Terre Victoria n'aient actuellement qu'un faible débit. On a pensé attribuer ce fait à un mouvement de regression dans la glaciation ; il pourrait tenir aussi bien à ce que le vrai déversoir de cette région ne soit pas sur la côte orientale, la seule connue.

L'écoulement des glaces se fait peut-être plus au sud dans le bras de mer occupé par la Grande Barrière de Ross. Cette Barrière est, elle, au contraire, animée d'un mouvement relativement assez rapide ; la découverte de ce mouvement est due au hasard. Le lieutenant Barne, ayant visité en 1903 le dépôt A installé en 1902 sur la Grande Barrière, à 100 kilomètres du front, reconnut qu'il s'était déplacé et qu'en treize

(1) H.-T. Ferrar, *National Antarctic Expedition, Natural History*, vol. I, p. 82.

mois et demi il avait parcouru une distance de 556 mètres, ce qui donne une vitesse de $1^m,35$ par jour (1).

M. von Drygalski a constaté sur la Terre de l'Empereur Guillaume II, à quelque distance du Gaussberg, que la bordure extérieure du glacier s'était déplacée de 50 mètres en cinq mois, soit $0^m,30$ par jour. Plus au sud, le mouvement était plus lent : à 2 kilomètres du front, la vitesse n'était que de $0^m,04$ par jour. Quant à la grande terrasse de glace qu'il a appelée West-Eis, elle ne semblait avoir aucun mouvement.

M. O. Nordenskjöld, dans la région qu'il a parcourue, a remarqué la lenteur de progression des glaciers ; quant à la terrasse glaciaire de la Terre du Roi Oscar, l'on ne sait si elle est en mouvement.

Ainsi, des quelques renseignements que l'on possède sur leur mouvement, les glaciers antarctiques semblent être caractérisés par leur lenteur, mais il serait téméraire de tirer de ces chiffres une conclusion définitive. Il est intéressant cependant de leur comparer les vitesses des glaciers des autres régions ; sur la Mer de Glace, dans les Alpes, la moyenne est de $0^m,30$ en vingt-quatre heures, et le maximum observé en juillet est de $1^m,58$.

D'après Forbes, les glaciers scandinaves sont plus rapides en été que les glaciers alpins ; sur le glacier de Boium, en juillet 1863, il a mesuré $0^m,50$ par jour. C'est dans les régions arctiques que les vitesses les plus grandes ont été observées : 18 mètres par jour sur le front du glacier de Karajak (Groenland) ; d'après M. Helland, 19 mètres au milieu sur le glacier de Jakobshavn (Groenland) ; 31 mètres au nord d'Upernivik (Groenland) ; de même en Alaska, d'après M. Wright, 21 mètres au milieu sur le glacier de Muir.

ACTION DU VENT

Le vent joue un rôle considérable dans la répartition des neiges de l'Antarctique, tant par l'évaporation qu'il provoque que par ses actions mécaniques. C'est à lui que l'on doit la majeure partie des terrains découverts que l'on rencontre. Dans les périodes très froides en particulier, la neige prenant la forme de poudrin est facilement balayée par le vent qui la jette à la mer. M. O. Nordenskjöld a remarqué que, de ce fait, aucun

(1) R. Scott, *La « Discovery » au Pôle Sud*, vol. II, p. 269.

dépôt de neige ne s'était constitué pendant tout l'hiver sur les glaciers de Snow-Hill, alors que durant l'été austral 1902-1903 le revêtement de neige augmenta notablement, d'environ $0^m,30$ à $0^m,35$, et en novembre 1903, à son départ, cette augmentation persistait (1).

Le vent agit également d'une façon très efficace sur le modelé des appareils glaciaires. On verra plus loin comment il modifie le profil des calottes glaciaires qui recouvrent certaines îles. Mais il est en outre capable d'édifier de véritables appareils dunaires. La colline du Cairn, dans l'île Wandel, en est un bon exemple.

Les vents dominants de la région soufflent du nord-est, avec une violence et une persistance telles que, en août et septembre 1904, trente-neuf jours de suite nous vécûmes dans une véritable tourmente.

Le tableau ci-dessous, emprunté au rapport du lieutenant Rey, montre la fréquence et la violence des coups de vent dans cette région (2) :

Récapitulation des coups de vent relevés dans les parages de l'île Wandel en 1904-1905.

	DURÉE en heures.	INTENSITÉ moyenne (1).	DIRECTION moyenne.	NOMBRE de jours.
1904.				
Février	16	7,9	N.-N.-E.	2
Mars	42	7,5	N.-E.	6
Avril	0	»	»	»
Mai	9	7,1	N.-N.-E.	3
Juin	72	8 0	N.-N.-E.	6
Juillet	0	»	»	»
Août	196	8,8	N.-E.	15
Septembre	132	8,4	N.-E. q. E.	17
Octobre	94	8,0	E.-N.-E.	8
Novembre	79	7,9	N.-E.	10
Décembre	0	»	»	»
1905.				
Janvier	137	8,0	N.-E.	13
Printemps	173	8,0	N.-E. q. E.	18
Été	195	7,8	N.-E	21
Automne	81	7,6	N.-N.-E.	9
Hiver	328	8,6	N.-E.	32
Année	777	8,0	N.-E.	80

(1) Évaluée d'après l'échelle de Beaufort.

(1) O. Nordenskjöld, *Note sur la glaciation antarctique, la Géographie*, IX, 1, p. 5.

(2) J. Charcot, *Le « Français » au Pôle Sud. Note sur les observations météorologiques*, par J.-J. Rey, tabl. VIII.

Sur la presqu'île qui ferme Port-Charcot à l'ouest, s'élève un mamelon granitique d'une soixantaine de mètres d'altitude. Sous l'effort du vent, les neiges remontent le flanc de la colline qui fait face au nord-est pour venir tomber au delà de l'obstacle sur le flanc sud-ouest. Ainsi s'est constitué un glacier, véritable dune de glace, dont le sommet affleure sensiblement celui de la colline. Son sommet prend d'abord la forme d'une arrête dirigée vers le sud-ouest, mais se continue ensuite en dos d'âne dans la même direction, pour se terminer à la mer par un mur à pic haut d'une vingtaine de mètres.

Une des particularités intéressantes de cet appareil est une falaise verticale qui l'entame sur une longueur d'une centaine de mètres au-dessus de la pointe Hervéou.

Comment expliquer l'existence de cet accident à une distance de plus de 200 mètres du bord de la mer?

La petite presqu'île Hervéou a été occupée autrefois par le glacier, comme en témoignent les roches moutonnées qui la constituent.

Cette portion du glacier s'est-elle détachée tout à coup et a-t-elle glissé à la mer?

Cela est peu probable, étant donnée l'absence de pente du socle rocheux. Je pense plutôt que cette langue de glacier, prise de flanc par les tempêtes, s'est désagrégée peu à peu; la falaise actuelle en est la cicatrice; elle a précisément la direction sud-ouest des grands vents, et sa surface lisse et régulière est comme polie par l'érosion éolienne.

FORMES DIVERSES DES APPAREILS GLACIAIRES

Les caractères qui viennent d'être décrits ci-dessus sont communs à tous les glaciers antarctiques et peuvent se résumer ainsi : extension générale des névés qui descendent jusqu'à la mer; crevasses rares en dehors des crevasses d'escarpement; moraines superficielles à peu près nulles; stratification de la masse glaciaire; terminaison par une falaise verticale à la mer.

On les retrouve dans toutes les formations glaciaires, c'est-à-dire partout où la neige peut s'accumuler; mais le relief du terrain, l'étendue

plus ou moins considérable dont ils disposent donnent à ces appareils des formes diverses, et on peut les grouper sous plusieurs types différents :

1° Les *calottes glaciaires*, constituées par des masses de glace telles qu'elles ensevelissent entièrement toute la région occupée et ne laissent pointer que quelques pics rocheux appelés nunataks.

Ces appareils peuvent recouvrir un continent tout entier, comme au Groenland, où ils couvrent une superficie de 2 000 000 de kilomètres carrés ; ils ont reçu le nom d'inlandsis. Ils peuvent, dans d'autres cas, se localiser sur un territoire plus restreint, un plateau, une série de mamelons, un ensemble de collines ; c'est la calotte locale. J'en ai vu des exemples en Islande ; le Spitzberg en présente de nombreux ; le Justedal et le Svartisen en Scandinavie se rattachent à cette forme ;

2° Les *glaciers proprement dits*, qui ne sont le plus souvent que les déversoirs des appareils précédents et qui, suivant le modelé du terrain, constituent des glaciers encaissés et des glaciers plats. Les glaciers suspendus sont des formations de moindre importance et ne descendent pas jusqu'à la mer ;

3 Les *piedmont-glaciers*, sortes de hautes terrasses établies au bord de la mer, au pied des montagnes et sans bassin propre d'alimentation ;

4° La *banquette* ou *icefoot*, amas de glace soudé au rivage, qui fait le passage entre les formations terrestres et les formations marines.

1° Calottes glaciaires.

a. *Inlandsis*. — Je ne crois pas que la Terre de Graham ni la Terre de Danco, au moins entre 64°,5 et 66° de latitude, soient occupées par un inlandsis. J'ai fait plusieurs ascensions dans l'île Wiencke et dans l'île Wandel, jusqu'à 900 mètres d'altitude, par des temps très clairs, sans apercevoir dans aucune direction sur le continent un champ continu de glace ; au cours d'un raid, fait avec Charcot et Pléneau en décembre 1904, nous avons atteint l'île Berthelot, située au sud du cap Tuxen et à une vingtaine de milles de la côte ; de son sommet, haut d'environ 200 mètres, nous avons constaté que la Terre de Graham était occupée sur une grande profondeur par une série de chaînes plus ou moins parallèles, séparées

par des vallées. Les croisières du « Français », au large de la Terre de Graham, nous ont toujours donné la même impression. Si donc un inlandsis existe, il n'est que partiel et ne s'étend que dans la portion orientale du continent.

Pour expliquer cette absence d'inlandsis dans une région où la glaciation est si intense, on peut faire appel à différentes hypothèses ; mais je crois que la configuration du relief suffit à en donner une raison satisfaisante.

Sur un continent montagneux, pour que l'inlandsis puisse s'établir, il faut qu'un rempart s'élève, au moins sur une partie du pourtour, assez haut et assez étanche pour permettre à la glace de s'accumuler comme en un vaste cirque et d'ensevelir tout le relief intérieur. Or les chaînes qui

Fig. 1. — Une des îles Wauwermans. Calotte glaciaire.

bordent la Terre de Danco et la Terre de Graham sont fractionnées en de multiples tronçons, coupées par des fjords profonds, et par suite les déversoirs sont trop nombreux pour que le niveau des glaces s'élève au-dessus des monts.

Ce n'est que beaucoup plus au sud, sur la Terre Loubet, que la glaciation prend la forme de l'inlandsis. Nous avons séjourné trop peu de temps devant la côte pour nous rendre compte du rôle de la chaîne montagneuse aperçue dans le sud-est ; mais la région avoisinant le point où s'est produit notre malheureux échouage était entièrement enfouie sous une épaisse carapace de glace ; deux pyramides rocheuses en émergeaient, les sommets Vélain et le pic Liard (760 mètres) ; ce sont des nunataks.

Je décrirai ici un autre appareil glaciaire, qui, bien que de dimensions extrêmement restreintes, ne me paraît différer en rien de l'inlandsis. Certains îlots bas, comme les îles Wauvermans, les îles Biscoe, échelonnées devant la Terre de Graham, sont complètement ensevelis sous une masse de glace qui, bombée au centre, se termine sur le pourtour par un

à-pic de quelques mètres ; M. Arctowski les a comparés à de grands dos de moutons (1). Le socle rocheux qui les porte n'est visible qu'à marée basse, sous forme d'un liséré sombre au-dessous de la glace. Ce sont des véritables inlandsis en miniature. Leur épaisseur ne dépendrait évidemment que de la plasticité de la glace et de l'étendue de l'île, si celle-ci était plate, mais la hauteur de certaines des calottes sur des îles de petites dimensions me fait penser que souvent un relief rocheux sert de point d'appui à la glace. C'est ainsi que la calotte de l'une des îles Moureaux dépasse certainement 50 mètres au-dessus du niveau de la mer, alors que le diamètre de l'île n'est guère que de 200 mètres.

Sur les deux îles Moureaux, la calotte est absolument lisse, presque demi-sphérique, avec seulement un méplat qui fait face au nord ; la pente est continue jusqu'au niveau de la mer, où elle se termine par un rebord saillant au-dessus du rocher (Pl. X, fig. 36). La plus grande des îles présente, en outre, face à l'est, une grande coupure verticale haute d'une trentaine de mètres, taillée en pleine glace et dont je ne puis expliquer la provenance. Les îles Wauwermans possèdent des calottes plus aplaties (Pl. I, fig. 6) ; elles ressemblent à des macarons ; elles sont terminées à leur périphérie par une muraille à pic, généralement plus élevée dans la direction du sud-ouest, plus basse dans celle du nord-est ; j'en dirai plus loin la raison. Cette muraille est souvent creusée de grottes témoins de son démantèlement sous la pression de la masse centrale ; cette masse doit se comporter à la façon d'une énorme goutte visqueuse, qui s'étale lorsque son épaisseur dépasse la limite d'équilibre ; les blocs qui se détachent du pourtour sont la conséquence de cet étalement ; ils sont en même temps la preuve qu'il n'est pas besoin d'une pente pour qu'un glacier progresse et qu'une surface plane peut suffire.

Ces formations sont très fréquentes dans la région que nous avons traversée et par leur nombre sont presque une caractéristique du vaste archipel qui flanque la Terre de Graham.

La Terre Victoria est occupée par un immense inlandsis (2) qui, bordé à l'est par les puissantes chaînes qui longent la côte, s'étend à

(1) H. Arctowski, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, Paris, 24 décembre 1900.
(2) R. Scott, *La « Discovery » au Pôle Sud*, II, p. 262.

perte de vue vers l'ouest et le sud sans qu'on en connaisse les limites. Il a été parcouru sous le 78° de latitude et sur une distance de 370 kilomètres par le capitaine Scott, qui lui attribue une altitude de 2700 mètres.

Il s'en écoule vers l'est de puissants glaciers par des vallées profondes et très encaissées; aucun nunatak n'a été observé au delà de la chaîne bordière. L'inlandsis forme une haute plaine relativement unie; les plus grandes différences de niveau rencontrées n'étaient que de 18 à 20 mètres.

Sur la Terre de l'Empereur Guillaume II, l'Expédition Allemande à rencontré un inlandsis d'un caractère différent (1).

Ce n'est plus une plate-forme horizontale appuyée sur une chaîne côtière, c'est une immense masse de glace unie, montant insensiblement vers le sud, sans limite ni au sud, ni à l'est, ni à l'ouest. Elle se termine à la mer par une falaise de 40 à 50 mètres de hauteur. Seul un piton rocheux de 370 mètres de haut, le Gaussberg, isolé près de la côte, perce l'inlandsis. La puissance de cette masse est d'environ 170 mètres près de la montagne ; elle atteint 200 à 250 mètres plus à l'ouest.

A la surface s'entre-croisent de nombreuses crevasses qui déterminent des séracs et se prolongent très loin vers le sud ; la surface du glacier, balayée par les grands vents d'est, reste en grande partie libre de neige pendant l'hiver et prend alors une belle teinte bleue. D'après M. von Drygalski, l'ablation en surface subie pendant les cinq mois d'hiver 1902 fut de 4 centimètres.

De la Terre de Coats, découverte par l'Expédition Écossaise du Dr Bruce, nous savons seulement qu'elle est couverte par un inlandsis qui se termine à la mer par des falaises de glace de 30 à 50 mètres de hauteur. Il en est de même des Terres Clarie et Adélie, découvertes par Dumont d'Urville en 1839 ; c'est, dit le rapport, un rempart parfaitement vertical sur ses bords, et sa partie supérieure est horizontale et élevée de 120 à 140 pieds au-dessus des eaux (2).

b. *Calottes locales.* — Ces appareils, qui ne sont en somme que des inlandsis restreints, n'occupant ainsi que leur nom l'indique qu'une portion de territoire, sont très nombreux sur la Terre de Danco et la Terre de

(1) E. Philippi, *Ueber die Landeis Beobachtungen der letzten fünf sudpolar Expeditionen*, p. 6.
(2) Dumont d'Urville, *Voyage au Pôle Sud*. Géologie, par M. Grange, p. 48.

Graham. Beaucoup plus accidentés que l'inlandsis, ils affectent généralement la forme de coupoles d'où s'écoulent en divergeant des glaciers qui peuvent être encaissés, mais qui plus souvent s'étendent en nappes sur les pentes.

Le sommet du Matin, situé au sud de la baie des Flandres, et qui atteint environ 2 000 mètres d'altitude, me paraît être un bon exemple de ce type.

Le sommet du Français, qui élève à 2 869 mètres d'altitude sa masse trapézoïdale, n'est qu'une calotte incomplète, le flanc oriental de la montagne étant dépourvu de neige.

L'île Hovgaard appartient encore à cette catégorie par le dôme arrondi de 400 mètres environ de hauteur, qui s'élève dans sa partie sud, effondré en partie le long du chenal de Lemaire, où il présente de hauts abrupts, des crevasses profondes, et se termine par une falaise verticale d'une vingtaine de mètres de hauteur ; le glacier descend en pente douce du côté de l'Océan, percé de quelques nunataks vers sa partie inférieure.

Sur la côte de la Terre Louis-Philippe, le glacier de Snow-Hill, près duquel a hiverné le Dr O. Nordenskjöld, est également un glacier-calotte ; il s'élève en plusieurs mamelons dont l'altitude atteint 300 mètres et se termine en mer par une falaise verticale dont la hauteur varie de 50 à quelques mètres. La surface est unie, découpée seulement par quelques minces crevasses (1).

La Terre Victoria et l'île Ross, en particulier, présentent des calottes glaciaires analogues.

Sur le mont Erebus comme sur le continent, des glaciers s'écoulent en rayonnant, séparés par des nunataks ; ils descendent vers la mer en larges nappes fractionnées près de la côte par des collines de laves et se terminent par des fronts de 15 à 60 mètres (2).

2° Glaciers proprement dits.

Les glaciers proprement dits sont des appareils qui rappellent de plus

(1) O. Nordenskjöld, *Note sur la glaciation antarctique*. La Géographie, IX, n° 1, p. 5.
(2) *La « Discovery » au Pôle Sud*, vol. II. Appendice par M. Ferrar, p. 310.

près les glaciers d'Europe. Il n'est pas très aisé de se faire une idée très exacte du type des glaciers, que l'on ne peut observer que de loin la plupart du temps et toujours d'une façon trop rapide. Aussi n'ai-je pu en donner une nomenclature complète ; je me borne à une classification purement descriptive.

a. *Glaciers encaissés.* — Ces glaciers, qui s'écoulent dans les vallées profondes des chaînes antarctiques, ont beaucoup d'analogie avec les glaciers des Alpes, au moins dans leur partie supérieure, alors qu'ils sont encore à l'état de névé. J'ai indiqué plus haut les différences qui existent entre un glacier alpin et un glacier polaire ; mais ces différences sont notablement atténuées, si l'on se reporte à 3 000 mètres dans les Alpes, c'est-à-dire dans la région des névés.

Les glaciers polaires encaissés ne diffèrent alors essentiellement des glaciers alpins que par une puissance infiniment plus considérable et par leur terminaison à la mer avant d'avoir atteint la limite des neiges persistantes. Leur extrémité s'ouvre en général en éventail au lieu de s'amincir pour former ces langues suspendues à mi-vallée dans les Alpes (glacier des Bossons).

C'est surtout dans la baie des Flandres qu'il nous a été donné d'observer de nombreux exemples de glaciers encaissés.

Ils prennent naissance soit au pied des calottes locales de la région environnante, soit dans des cirques montagneux. Les masses de glace accumulées s'écoulent sur les parois convergentes de ces bassins d'alimentation pour former dans le fond des vallées de gros fleuves glacés qui descendent en pente rapide à la mer.

Les vallées de la baie des Flandres ont une disposition rayonnante drainant ainsi un vaste cercle, ce qui explique le grand nombre de glaces qui encombrent toujours la baie. Ces vallées sont souvent groupées deux à deux, confondues dans leur partie supérieure, se divisent en deux bras autour d'énormes pyramides rocheuses qu'elles contournent en fer à cheval avant d'arriver à la mer. Cette disposition coudée détermine dans le glacier un grand nombre de crevasses transversales, qui lui donnent de loin l'apparence d'un grand escalier. En débouchant à la mer, il s'étale en éventail, ce qui fait naître des crevasses longitudinales qui, avec les

précédentes, divisent le front du glacier en gros prismes. Lorsque les parois encaissantes s'arrêtent à quelque distance du rivage, le glacier en s'étalant se confond avec les piedmont-glaciers voisins ; d'autres fois, les montagnes l'accompagnent jusqu'à la mer, où elles se terminent en promontoires ; le glacier occupant la dépression intermédiaire prend alors quelquefois la forme d'une cuvette coupée en ligne droite d'une pointe à l'autre.

Toutes les baies de la Terre de Graham reçoivent de nombreux glaciers de ce type. Entre le cap Cloos et le cap Tuxen, ils courent dans une direction nord-est sud-ouest, débordant par endroits d'une vallée dans une autre ; c'est ainsi qu'à hauteur de l'île Hovgaard une échancrure de la montagne laisse écouler dans le chenal de Lemaire le trop-plein d'un vaste glacier qui aboutit plus au sud.

Le petit glacier de l'île Wandel prend naissance dans un cirque situé à 500 mètres d'altitude et de là se précipite en cascades toutes hérissées de séracs dans le fond de la baie de Port-Charcot.

La côte de la Terre de Danco, dans la baie de Hughes, la baie Andvord, tout le long du détroit de Gerlache, présente à profusion des glaciers de vallées (1).

Il en est encore de même dans le détroit de Bransfield, jusqu'à la baie de l'Espérance, dont le fond est occupé, dit M. Andersson, par un glacier de vallée (2).

La Terre Victoria abonde en exemples semblables ; j'en reparlerai un peu plus loin.

b. *Glaciers plats.* — Lorsque les pentes sont dépourvues de dépressions, qu'une plaine s'étend au pied des montagnes entre elles et la mer, les glaciers se répandent sur ces surfaces en continuité avec les calottes glaciaires qui leur donnent naissance ; ils ont donc une marche divergente et, n'étant point gênés par les accidents du relief, ils s'étendent sur de vastes étendues en une nappe uniforme trahissant à peine le modelé qu'ils recouvrent ; aussi les crevasses sont-elles rares ; ce sont en somme des fragments de calottes glaciaires. Leur surface est régulière, légèrement

(1) Arctowski, *Géographie physique de la région antarctique*, p. 32.
(2) J.-G. Andersson, *On the geology of Graham Land*, p. 27.

mamelonnée, et descend généralement en pente douce vers la mer.

Ils se terminent à la mer par une longue falaise verticale dont la hauteur varie avec la puissance de l'alimentation. Lorsqu'ils s'édifient au voisinage d'un cap bas, d'une presqu'île plate, ils forment un bec arrondi à la partie supérieure, taillé à pic sur les côtés, et se terminent par un biseau à l'extrémité même du cap. Le cap P. Willems, qui marque l'entrée nord de la baie des Flandres, est ainsi constitué par une falaise verticale haute de 25 mètres, taillée en biseau au point où la côte change de direction. Le roc n'est visible qu'à marée basse, montrant alors son liséré noir sous la glace.

Au-dessus, la surface du glacier monte en pente douce dans l'intérieur des terres.

Dans l'île Anvers, de vastes glaciers plats descendent du mont du Français et des monts Osterrieth vers la côte du Pacifique à l'ouest, vers la baie de Biscoe au sud-ouest.

De même l'île Brabant est en partie couverte par les glaciers de ce type qui prennent naissance dans les monts Solvay.

c. *Glaciers suspendus.* — Ces glaciers n'ont qu'une faible importance à cause des dimensions restreintes qu'ils ont en général. Ce sont plutôt des lambeaux de glaciers accrochés sur les pentes, des bavures des glaciers supérieurs, glissant par-dessus les crêtes, s'arrêtant à mi-côte et tombant de là en avalanches. Aussi sont-ils fréquemment accompagnés de véritables glaciers régénérés formés de l'accumulation de ces blocs au pied du rocher ; quelquefois les deux glaciers sont réunis par des cheminées de glace, sorte de colonnes appliquées contre la paroi, en continuité avec les deux masses de glace. Les glaciers suspendus, comme leur nom l'indique, ont une inclinaison très grande ; ils ne se maintiennent souvent que par la cohésion de la matière, comme le ferait une goutte très visqueuse ; sur la tranche du glacier, on observe des lames de glace ployées, tordues comme des tôles sous le poids de la masse qui glisse.

Ces glaciers sont nombreux sur la côte de la Terre de Graham, le long du chenal de Lemaire et dans les environs du cap Renard ; de même, dans l'île Wiencke, contre la sierra du Fief, plusieurs du même genre dominent la baie de la Salpêtrière, dans l'île Wandel.

M. Arctowski a décrit, dans le détroit de Gerlache, des types de glaciers tout à fait semblables.

d. *Les glaciers de la Terre Victoria.* — M. Ferrar a employé, dans la description des glaciers de la Terre Victoria, une classification spéciale, que je vais résumer maintenant (1).

Tous les types de glaciers décrits par M. Heim se rencontrent à la Terre Victoria.

1° Glaciers du type groenlandais, émissaires de l'inlandsis et se déversant à la mer. Ce type est magnifiquement développé ; leur longueur varie de 5 à 60 milles, leur largeur de 5 à 10 milles. Ils sont très nombreux dans la chaîne du Prince-Albert comme dans celles qui dessinent la côte entre le 79° et le 83° de latitude sud, ainsi que dans la chaîne de l'Amirauté. Dans les monts du Prince Albert, ils sont identiques à ceux de la côte ouest du Groenland.

Le glacier Ferrar est le seul qui ait été entièrement traversé ; il prend naissance dans l'inlandsis, à 2 500 mètres d'altitude à l'ouest de la chaîne de la Royal Society. Il reçoit plusieurs affluents, dont le principal est le South Arm et se divise en deux branches l'East-Fork et le North-Fork ; la première seule arrive à la mer ; le North Fork se termine assez loin du rivage par une petite falaise de 4 mètres de haut ; le reste de la vallée est occupé par des moraines et de petits lacs gelés. D'après le capitaine Scott, le glacier Ferrar est un glacier mort, c'est-à-dire qu'il est à peu près immobile et diminue seulement par suite du dégel qui se produit en été.

2° Glaciers du type norvégien : ce sont des courants de glace occupant des vallées nettement distinctes et originaires d'un vaste champ de névé.

Le Blue Glacier, situé dans une région gneissique, au pied de la chaîne de la Royal Society, en est un bon exemple. Long d'environ 12 milles, il est presque stagnant et se termine dans la baie Marc-Murdo par une muraille de glace haute de 20 à 24 mètres. La surface est couverte de neige. Le glacier Kœttlitz, situé plus au sud, appartient aussi à cette classe ; il se jette dans le golfe de la « Discovery ».

(1) *La « Discovery » au Pôle Sud*, vol. II, p. 312. — *National Antarctic Expedition* (1901-1904 *Natural History*, vol. I. Geology, par H.-T. Ferrar, p. 69.

Les deux glaciers qui aboutissent à Port-Granite semblent aussi être de ce type, ainsi que les dix ou douze grands glaciers de la baie Robertson.

3° Glaciers du type alpin, glaciers de vallée : ils drainent de petits bassins montagneux ; ils s'avancent rarement loin de leur source, et jamais n'atteignent la mer. Ils sont très nombreux dans la chaîne de la Royal Society.

Plusieurs viennent confluer dans le glacier Ferrar ; le plus typique est celui qui descend de Cathedral Rocks ; il a 5 milles de long sur 1 de large et est crevassé sur toute sa longueur. D'autres, tels que les trois qui s'écoulent au sud vers North-Fork, s'arrêtent au-dessus du courant principal.

4° Glaciers suspendus : ce sont des masses de neige et de glace situées dans des cirques ou des vallées suspendues et qui prennent fin avant le glacier inférieur.

Quatre de ces glaciers sont dignes de mention ; ils remplissent les cirques ouverts sur le côté sud de Inland Forts. Actuellement ils descendent vers le sud et édifient des arcs morainiques devant leur front ; à une époque antérieure, ils s'écoulaient au nord, par des cols, vers un autre système de vallées.

5° Glaciers témoins : ces appareils qui semblent particuliers à la Terre Victoria du Sud, sont des nappes de glace qui, par défaut d'alimentation, ont été séparées de leur source primitive et n'existent plus maintenant que comme témoins de l'ancienne puissance de la glaciation. On les rencontre dans les avant-monts de la chaîne de la Royal Society ; leur puissance atteint 15 mètres et leur étendue une dizaine de kilomètres ; ce sont les anciens émissaires de Snow-Valley. Leur surface est convexe et entièrement dépourvue de boue et de pierres ; mais la falaise terminale montre de nombreux lits boueux et dépose des matériaux de moraines.

3° Piedmont-glaciers.

On désigne ainsi des appareils formés par l'accumulation de la glace sur la plaine côtière, au pied d'une chaîne montagneuse et dépourvus de bassin d'alimentation.

Ils peuvent quelquefois recevoir des apports d'autres glaciers, et tel est le cas du glacier de Malaspina (Alaska), qui a été pris pour type des piedmont-glaciers.

Adossés au rocher, ils constituent une sorte de terrasse terminée au-dessus de la mer par une falaise à pic dont la hauteur est généralement de 15 à 20 mètres (Pl. X, fig. 35). Leur surface est unie, couverte de neige ; en pente douce vers la mer, elle se raccorde au rocher par une courbe concave. Leur front ne diffère en rien de celui des autres glaciers ; les strates y sont bien marqués en bandes horizontales bleues ou blanches ; on y voit des graviers et des blocs encastrés provenant de la montagne qui s'élève au-dessus. Les crevasses sont rares, mais les fissures verticales ou en zigzag sont fréquentes.

Ce sont des glaciers tout en largeur ; leur longueur, considérée suivant le sens de l'écoulement, est toujours faible ; elle mesure la distance qui sépare la montagne de la mer. Ils sont nourris seulement par les précipitations atmosphériques et par quelques avalanches tombées des crêtes. Leur puissance est uniquement fonction de la limite de plasticité de la glace : lorsque celle-ci tend à être dépassée, des blocs se détachent du front pour rétablir l'équilibre.

Ce sont les formations glaciaires les plus caractéristiques des régions polaires antarctiques. On conçoit, en effet, que, pour qu'une telle épaisseur de glace puisse s'accumuler sur place, puisqu'il n'y a pas de bassin d'alimentation, il faut que l'ablation superficielle soit excessivement faible, c'est-à-dire que le thermomètre monte rarement au-dessus de 0°, ce qui est bien le propre du climat antarctique.

Toute la côte de la Terre de Graham est ainsi longée par une interminable terrasse de glace, interrompue seulement quand la paroi rocheuse trop abrupte plonge directement à la mer ; elle se confond au contraire avec les glaciers qu'elle rencontre pour former un mur continu.

L'île Wiencke est entourée comme d'une ceinture par le piedmont-glacier qui s'élève au pied de la sierra du Fief. On retrouve la même disposition autour du massif montagneux de l'île Wandel.

Dans certains cas, ces piedmont-glaciers peuvent affecter une forme particulière. La sierra du Fief, qui traverse l'île Wiencke dans toute sa

longueur du nord au sud, est brusquement interrompue à hauteur de la baie de Borgen par une profonde coupure (Pl. I, fig. 4); les deux piedmont-glaciers, celui de la côte orientale et celui de la côte occidentale, qui n'étaient séparés que par cette étroite sierra, s'adossent alors l'un à l'autre; la neige forme au-dessus d'eux un talus à deux pentes dont l'axe est celui même de la chaîne.

Cette coupure descend-elle au-dessous du niveau de la mer et le glacier repose-t-il sur un bas-fond? Je n'ai pu m'en rendre compte, mais cela n'est pas impossible.

Dans l'île Wandel, le mont Lacroix (Pl. II, fig. 8) est réuni à la chaîne principale de l'île par un talus semblable, dont la longueur beaucoup plus considérable atteint 1 kilomètre; la partie supérieure en dos d'âne s'incline, d'un côté, sur le chenal de Lemaire; de l'autre, sur la baie de Port-Charcot, pour se terminer sur toute sa longueur par une falaise verticale d'environ 15 mètres de hauteur, tandis que ses deux extrémités se raccordent par des courbes concaves avec les montagnes. Ce glacier repose sur un seuil, dont on peut voir le bord occidental émerger à marée basse dans la baie de Port-Charcot.

Deux appareils un peu différents, mais que je crois pouvoir ranger dans la même catégorie, se rencontrent dans l'île Wiencke. L'un, situé au pied du pic Luigi de Savoie, traverse la sierra du Fief de l'est à l'ouest, tout comme l'appareil cité plus haut; mais ici, la chaîne étant plus large, le modelé prend l'allure d'une double vallée plongeant sur les deux rives et réunies par un col. Perpendiculairement à la direction de ce glacier et aboutissant au même point au pied du pic Luigi de Savoie, un deuxième appareil s'étend du nord au sud entre la sierra du Fief et le pic Jabet; la pente du glacier est très douce, mais, à quelque distance de la mer, 1 kilomètre environ, son extrémité s'affaisse brusquement; de larges crevasses en demi-cercle marquent la ligne de rupture, qui circonscrit une profonde dépression, et celle-ci correspond sans doute à une portion échouée du glacier. Toutes les côtes montagneuses de l'Antarctique sont bordées de piedmont-glaciers. La Terre de Danco, la Terre Louis-Philippe, les Shetlands du Sud, l'archipel de Palmer en offrent une foule d'exemples. Il en est de même sur la côte orientale de la Terre Victoria.

Piedmont-glaciers de la Terre Victoria. — M. Ferrar les divise en trois groupes, suivant qu'ils reposent entièrement sur le continent, qu'ils sont échoués sur de hauts fonds ou qu'ils flottent à la surface de la mer (1).

Dans le premier groupe, se range un glacier ayant 16 kilomètres de long sur 8 de large, situé sur la côte ouest du Mac Murdo Sound, au pied des Northern Foot'Hills ; sans affluents, il couvre les collines jusqu'à une hauteur de 300 mètres et se termine à la mer par une falaise d'une quinzaine de mètres.

A la base de la chaîne du Prince-Albert, du cap Bernacchi à Granite Harbour et de là au cap Gauss, s'étend toute une série de ces amas glaciaires ; leur longueur varie de 16 à 80 kilomètres sur une largeur qui ne dépasse pas 16 kilomètres. M. Ferrar les regarde comme des témoins d'une glaciation antérieure plus intense.

La deuxième variété, les piedmont-glaciers échoués, s'observe sur les côtes de l'île Coulman. Ils se forment au pied des falaises rocheuses par l'amoncellement des neiges tombées du sommet plat de l'île et s'avancent en mer sur les hauts fonds.

Leur surface est convexe ; leur front sur la mer dépasse 30 mètres de haut, tandis que leur autre extrémité se relève contre le rocher jusqu'à 100 et 130 mètres de hauteur.

Les piedmont-glaciers flottants sont de beaucoup les plus importants par la puissance extraordinaire des appareils qui les représentent. C'est en effet dans cette catégorie que M. Ferrar range non seulement les trois remarquables nappes de glace qui remplissent la baie Lady-Newnes et les deux baies voisines, l'une du Mont Neumayer, l'autre du cap Gauss, mais encore le formidable glacier qui a reçu le nom de Grande Barrière de Ross. Tous sont caractérisés par leur vaste étendue, leur surface plate ou ondulée et une falaise frontale haute de 15 à 70 mètres, devant laquelle la mer est suffisamment profonde pour que la masse de glace puisse flotter. La Grande Barrière de Ross est le plus gigantesque appareil glaciaire connu sur le globe. Il s'étend de la Terre Victoria à la Terre du Roi Édouard VII, sur une largeur de 950 kilomètres, et sa longueur encore inconnue dépasse

(1) H.-T. Ferrar, *National Antarctic Expedition* (1901-1904) ; *Natural History*, vol. I, Geology p. 65.

600 kilomètres, puisque du point extrême atteint par le capitaine Scott, par 82°16′33″ de latitude l'immense champ de neige s'étendait encore à perte de vue vers le sud. Il s'écoule vers le nord avec une vitesse qui a été trouvée de 1m,30 par jour près de Mina Bluff.

En dehors d'une zone crevassée qui longe la terre sur une largeur de 15 à 20 kilomètres, la surface est remarquablement horizontale et régulière, et l'on n'aperçoit ni mamelon ni crevasse.

Aucune matière étrangère ne souille la pureté de cette plaine blanche ; aucun débris de roche n'apparaît dans sa falaise frontale. Mais le fait capital qui ressort des observations de la « Discovery », c'est que la Grande Barrière flotte sur la mer, au moins dans sa partie terminale. Les sondages effectués devant le front laissent plusieurs centaines de mètres d'eau entre le fond de la mer et la surface inférieure du glacier, en donnant à la partie immergée six fois la hauteur de la portion extérieure.

Le capitaine Scott fait remarquer que ces sondages ont été exécutés sur l'emplacement même qu'occupait la Grande Barrière au temps de Ross, qui il y a soixante ans s'avançait beaucoup plus vers le nord ; la partie qui s'en est détachée flottait donc, et rien ne s'oppose à ce qu'il en soit ainsi dans le sud sur une distance considérable. S'il restait un doute à ce sujet, ajoute le capitaine Scott, il serait dissipé par le fait que, durant notre séjour dans la baie du Ballon, la glace montait et descendait en même temps que le navire.

Enfin un autre argument est tiré du parallélisme absolu des crevasses qui avoisinent le cap Minna et l'île Blanche, et dont l'uniformité ne pourrait se produire dans une masse reposant sur le sol. De plus, les températures prises par M. Royds dans une de ces crevasses ont montré qu'à 15 kilomètres de la côte le thermomètre remontait quand la profondeur augmentait, alors que près de la terre il baissait ; la présence de l'eau expliquerait ce phénomène.

La West-Eis de la Terre de l'Empereur Guillaume (1). — A l'ouest de l'inlandsis qui s'écoule lentement du sud au nord, sur une surface inclinée autour du Gaussberg, s'étend une formation glaciaire qui rappelle la

(1) E. Philippi, Ueber die Landeis-beobachtungen der letzten fünf sudpolar Expeditionen, p. 8 (*Zeitschrift für Gletscherkunde*, Bd. II, Heft 1).

Barrière flottante de Ross. M. von Drygalski lui a donné le nom provisoire de West-Eis (glace de l'ouest).

Entre elle et la surface de l'inlandsis, il n'y a qu'une légère dépression, mais aucune discontinuité sensible. Elle est accidentée de quelques collines de glace souvent très crevassées et se termine par un mur de glace bleue. Mais très souvent elle se continue à l'est avec la glace de mer de la baie Posadowsky ; toutes deux doivent donc flotter et s'élever ensemble avec la marée. Ceci est d'ailleurs confirmé par les sondages, qui ont indiqué 600 mètres et plus devant le front de la West-Eis. Ce front a été suivi par l'expédition allemande sur une distance d'environ 3° de longitude.

Cette nappe de glace semble dépourvue de mouvement. M. von Drygalski la regarde comme « un groupe d'icebergs, les limites de chacun d'eux étant encore marquées par les nombreux fossés rencontrés, qui auraient été arrêtés sur des hauts fonds et des bancs et auraient été ensuite soudés par les chutes de neige ».

Le Dr E. Philippi ne partage pas cette opinion et regarde la West-Eis comme l'analogue de la Barrière de Ross, qui, à son avis, serait un inlandsis flottant encore rattaché à la terre ferme ; elle en différerait cependant en ce qu'elle est sans mouvement ; de plus, au lieu de se présenter comme une plaine unie couverte de neige, sa surface est généralement chaotique, et de profonds fossés traversent sa région septentrionale.

Les terrasses de la Terre du Roi Oscar II. — Est-ce encore dans la catégorie des piedmont-glaciers qu'il faut ranger cette grande nappe de glace sur laquelle M. O. Nordenskjöld et le lieutenant Sobral ont cheminé pendant de longs jours au printemps de 1902 ? Les renseignements sont peu précis à cet égard, mais je crois que, au moins au point de vue descriptif, il est intéressant de la rapprocher des formations précédentes.

« Les prétendues îles des Phoques, dit M.O. Nordenskjöld (1), ne sont pas en réalité des îles, mais des nunataks entourés d'une masse de glace haute de quelques dizaines de mètres.

Cette masse, qui paraît être, en partie, une glace côtière (*landis*), s'étend sur la plus grande partie de sa superficie au-dessous du niveau de l'eau et repose sur le fond d'une mer peu profonde. Cette glace, un *isfot* parti-

(1) O. Nordenskjöld, *Note sur la glaciation antarctique*. La Géographie, IX, I, p. 5.

culièrement développé, présente un très grand intérêt en raison même de son extension.

Pendant nos excursions en traîneaux, nous cheminâmes, sur une distance de plus de 150 kilomètres, sur une nappe de glace basse, formant une sorte de terrasse si unie et si horizontale que longtemps nous nous crûmes sur de la glace de mer habituelle. Seulement, en approchant de terre, cet isfot s'élève légèrement et devient sillonné de larges et profondes crevasses, par l'ouverture desquelles on aperçoit une structure rubannée, très nette, régnant dans l'épaisseur de la formation... Plus au sud, s'étend une deuxième terrasse plus élevée que la première et séparée d'elle par une longue falaise de glace qui court en ligne droite de la Terre du Roi Oscar à perte de vue vers l'est ; cette terrasse, contrairement à la première, est coupée de nombreuses crevasses. »

4° Banquette. — Icefoot.

Les côtes basses, les îlots sont souvent occupés par des formations glaciaires, en général peu étendues, à peu près plates, dont l'épaisseur n'excède pas quelques mètres et qui se terminent par une petite falaise ; ils forment une banquette continue le long du rivage. Lorsqu'une banquise se constitue dans leur voisinage, les neiges, en s'accumulant, arrivent souvent à souder les deux appareils et à effacer si bien leurs limites qu'ils paraissent n'en former qu'un seul.

On peut voir ce feston de glace qui suit le bord de la mer s'établir même sur des parois absolument verticales. Les embruns qui se congèlent contre le rocher forment une sorte de socle sur lequel viennent s'agglutiner les neiges augmentées et soudées par les nouveaux embruns. Ainsi se constitue une banquette en porte à faux faite à la fois de glace de mer et de neige, qui peut atteindre une forte épaisseur. Pendant tout notre séjour à Port-Charcot, le « Français » se trouva accoté à une banquette de ce genre qui servait d'appontement.

ANCIENNE EXTENSION DES GLACIERS.

Toutes les expéditions scientifiques qui se sont succédé depuis dix ans dans les régions antarctiques ont été unanimes à constater les preuves

d'une glaciation antérieure beaucoup plus étendue que celle de l'époque actuelle.

C'est à M.H. Arctowski (1) que revient l'honneur d'avoir signalé le premier cette ancienne extension des glaciers antarctiques.

Au cours de l'expédition de la « Belgica », il découvrit dans le détroit de Gerlache des vestiges remarquables des anciens glaciers, moraines, blocs erratiques, roches moutonnées. L'îlot Gaston, situé à 1 mille de la côte, en face du cap Reclus, et dépourvu de neige lors de sa visite, est un gros « dos de mouton » parfaitement poli à la surface. Sur le cap même, le long de la côte, se dresse une très grande moraine dont la direction nord-est sud-ouest coïncide avec celle du détroit. L'îlot Bob, non loin de l'île Wiencke, porte des restes de moraines, très bien conservées, situées à plus de 23 mètres au-dessus du niveau de la mer, hautes de 5 à 7 mètres et adossées contre la pente du rivage; elles s'abaissent légèrement vers l'ouet et sont également parallèles au détroit.

Quelques blocs de gneiss étaient très grands et parfaitement polis; le granite rouge s'y rencontrait sous forme de galets ronds, tandis que le granite à hornblende était fréquemment anguleux. De l'autre côté du détroit, juste en face, sur l'île Bank, une très belle moraine, haute de 20 mètres, présente encore la direction du détroit ; cette moraine est adossée à la pente de la montagne qui montre des roches moutonnées caractéristiques. Pour expliquer ces moraines, M. Arctowski émet l'hypothèse d'un immense glacier qui se serait écoulé dans le détroit de Gerlache vers l'ouest, c'est-à-dire vers l'Océan Pacifique ; or la largeur du détroit atteint 10 milles et sa profondeur 625 mètres ; on voit quel formidable appareil pouvait être ce glacier !

Les moraines que j'ai rencontrées dans le chenal de Roosen, tant au pied du pic Jabet que dans l'île Doumer, témoignent également d'une activité qui ne correspond pas à celle des glaciers actuels, et les blocs erratiques qu'elles renferment indiquent nettement une extension plus grande.

Mais la preuve la plus constante de l'étendue des anciens glaciers dans

(1) H. Arctowski, Sur l'ancienne extension des glaciers dans les régions des terres découvertes par l'Expédition Antarctique Belge (*C. R. Acad. Sc. Paris*, 27 août 1900).

la région côtière de la Terre de Graham tient dans la fréquence des polis glaciaires.

Toutes les îles qui sont essaimées en si grand nombre sur cette côte présentent des roches moutonnées, qui s'élèvent parfois à une assez grande hauteur. C'est ainsi que la colline du Cairn, dans l'île Wandel (Pl. VI, fig. 20), dont l'altitude atteint 60 mètres, est entièrement formée jusqu'à son sommet de roches parfaitement polies qui sont dépourvues de neige sur le versant nord-est

M. J.-G. Andersson a signalé des traces plus évidentes encore de l'action glaciaire.

Au nord du détroit de Gerlache, la petite île Moose, située dans la baie de Brialmont, portait des blocs erratiques, des galets de matériaux étrangers à l'île, jusque sur son sommet, à 200 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les pentes faisant face au sud-ouest offraient des roches moutonnées typiques dont la surface était polie et striée dans la direction sud-ouest nord-est, tandis que le côté opposé se terminait en une falaise escarpée sans aucun signe d'action glaciaire. Comme M. Arctowski, M. Andersson conclut à un immense fleuve de glace remplissant le détroit, mais qui, selon lui, en cet endroit, était poussé au nord-est par la pression exercée contre les îles qui forment le côté nord-ouest du détroit (1).

Dans la baie de l'Espérance, sur la côte est, au débouché de la vallée, M. Andersson a noté des roches polies avec des stries parallèles à la vallée, formant une colline de 100 mètres de hauteur, alors que le front de glacier actuel ne dépasse pas 20 mètres au-dessus de la mer.

Sur la côte orientale visitée par l'Expédition Suédoise, les signes de cette ancienne glaciation sont beaucoup plus incertains. A l'île Seymour, en particulier, les blocs erratiques sont mêlés à une grande masse de sédiments meubles provenant de la destruction des conglomérats tertiaires et sont difficilement reconnaissables. Cependant, au sud de la Terre du Roi Oscar, par 66° de latitude, M. O. Nordenskjöld a constaté, grâce à la présence de galets erratiques sur le nunatak Borchgrevink, que la puissance du glacier environnant dépassait de 300 mètres celle du glacier actuel.

(1) J.-G. Andersson, *On the geology of Graham Land*, p. 53.

Le même phénomène de retrait se manifeste dans la Terre Victoria. « Tout au tour de notre mouillage, dit le capitaine Scott, abondaient les preuves de l'ancien paroxysme glaciaire. Des fragments de granite ont été trouvés au cap Royds et, à une grande hauteur, sur toutes les îles volcaniques voisines de notre havre d'hivernage ; des terrains morainiques ont été rencontrés sur les pentes du mont Terror, à 240 mètres au-dessus du niveau actuel de la plaine glacée ; d'après les observations de Ferrar, la presqu'île du cap Armitage était autrefois recouverte (1). »

Il ne faut pas oublier, d'autre part, que Ross, soixante ans auparavant, rencontra la Grande Barrière 30 milles plus au nord que le front actuel suivi par la « Discovery ». Enfin, dans la Terre de l'Empereur Guillaume II, les blocs erratiques couvrent les pentes du Gaussberg jusqu'au sommet, à 370 mètres d'altitude, prouvant que l'inlandsis, dans son voisinage, a été autrefois d'au moins 350 mètres plus épais qu'aujourd'hui (2).

Ainsi partout, sur la bordure du continent austral, on a observé le recul des glaciers. Mais l'affaiblissement de la glaciation se fait aussi sentir dans les régions centrales ; comme le fait remarquer M. E. Philippi, la lenteur ou même l'arrêt du mouvement des glaciers ne peuvent être que l'indice d'une alimentation défectueuse dans l'intérieur du pays.

Si les explorateurs sont tous d'accord pour affirmer le retrait de la glaciation, il n'en est plus de même sur les hypothèses qui prétendent déterminer les causes de ce phénomène. Le capitaine Scott et M. Ferrar déclarent avoir constaté qu'un abaissement de la température amène un ralentissement dans la formation des glaces ; notant, d'autre part, que les plus abondantes chutes de neige s'étaient produites en été et qu'aux îles Balleny la glaciation est plus puissante qu'à la Terre Victoria, bien que ces îles soient situées beaucoup plus au nord, ils se rangent à l'avis des nombreux savants pour qui « l'intensité d'une époque glaciaire est la conséquence d'un climat relativement doux (3). »

Le principal argument en faveur de cette thèse est qu'à une température très basse, l'air ne pouvant contenir qu'une faible quantité de vapeur d'eau, la glaciation consécutive est insignifiante.

(1) R. Scott, *La « Discovery » au Pôle Sud*, vol. II, p. 271.
(2) E. Philippi, *Ueber die Landeis-Beobachtungen der letzten fünf Südpolar-Expeditionen*, p. 7.
(3) R. Scott, *La « Discovery » au Pôle Sud*, vol II, p. 273.

M. E. Philippi repousse également l'idée d'une élévation de température sur le continent antarctique pour expliquer l'affaiblissement de l'extension glaciaire et pense au contraire qu'à l'époque du maximun de glaciation, alors que l'inlandsis remplissait entièrement la mer de Ross et que les glaces ensevelissaient le Gaussberg, la température moyenne devait être plus élevée qu'aujourd'hui. Mais il émet de plus l'hypothèse d'un changement dans la distribution des pressions atmosphériques. Les vents chargés de vapeur d'eau qui autrefois apportaient de grandes masses de neige n'atteignent plus aujourd'hui le continent austral, ou bien ils ont perdu en route la plus grande partie de leur humidité. Au contraire, les vents secs qui soufflent avec violence empêchent l'accroissement des couches de neige.

Pour M. J.-G. Andersson, les conclusions sont toutes différentes (1). Après avoir fait remarquer que l'abaissement de la température moyenne annuelle n'entraînerait pas une aggravation du phénomène glaciaire dans un pays où cette température moyenne ne dépasse 0° que pendant seulement 5 p. 100 des jours de l'année, il attribue la diminution de glaciation à une modification dans le régime des vents.

A ses yeux, les effroyables tempêtes qui sont de nos jours la caractéristique climatique la plus remarquable de l'Antarctique seraient la cause principale de l'état actuel. « Mais, ajoute-t-il, ce n'est peut-être là qu'une apparence. En effet, d'après le météorologiste suédois, M. H. Hildebrandsson, un régime moins venteux que celui régnant actuellement, par suite permettant l'accumulation des neiges, pourrait avoir été déterminé par la présence dans les mers voisines des banquises plus considérables que celles existant de nos jours. La puissance des banquises est dans une étroite relation avec la température. Aussi bien, en dernière analyse, l'ancienne extension glaciaire serait la conséquence d'un abaissement de température.

M. Arctowski, partisan également de l'hypothèse d'un abaissement de température, au moins pour ce qui concerne les îles océaniques, Kerguélen et la Géorgie méridionale, faisait cependant observer très justement, en 1900 (2), que le problème du climat des temps glaciaires était extrêmement compliqué et dépendait de multiples facteurs.

(1) O. Nordenskjöld, *Au Pôle Antarctique*. IIe partie, par J.-G. Andersson, p. 259.
(2) H. Arctowski, A propos de la question du climat des temps glaciaires (*Ciel et Terre*, mars 1901).

Le degré d'enseigement d'une région dépend à la fois des précipitations atmosphériques, de la moyenne des températures supérieures à 0°, de l'insolation, du caractère des saisons, du régime des vents, de la configuration du pays et en particulier des conditions orographiques. Il se peut donc fort bien que ces facteurs se soient comportés différemment en différentes régions pour aboutir au même résultat. Il ne faut pas oublier que le continent antarctique dépasse en étendue l'Europe, et il ne faut pas se hâter de généraliser en partant d'observations locales qui ne sont encore qu'en très petit nombre.

Enfin il faut tenir compte des déformations de l'écorce terrestre et en particulier des mouvements verticaux du sol, qui ont pu modifier beaucoup la configuration des terres.

II. — GLACES FLOTTANTES.

Les glaces flottantes sont constituées soit par les débris de toutes tailles que les glaciers rejettent à la mer, soit par les glaces formées à la surface des océans par congélation de l'eau de mer.

Rassemblées en grand nombre, morcelées et mouvantes, elles ont reçu le nom de *pack*.

On appelle *banquises* les champs de glaces fixes qui recouvrent la mer au voisinage des côtes. Elles peuvent être uniformément faites de glace de mer (Pl. IX, fig. 33) ; elles ne sont, dans d'autres cas, qu'un assemblage de fragments hétérogènes soudés par de la glace de mer (Pl. IX, fig. 31).

Les *icebergs* sont d'énormes blocs de glace pouvant atteindre des dimensions colossales aussi bien en épaisseur qu'en superficie. Quoique la limite ne soit pas fixée entre les dimensions d'un glaçon et celles d'un iceberg, on n'emploie guère ce dernier terme pour des blocs ayant moins d'une dizaine de mètres au-dessus de l'eau. On donne le nom de *floe* aux larges glaçons plats et peu élevés sur l'eau qui proviennent du démantèlement des banquises.

On appelle *hummocks* les entassements de blocs redressés les uns contre

les autres ou empilés qui se produisent lors des grandes pressions latérales dans la banquise ou dans le pack.

On les nomme *toross* lorsque les blocs sont très fragmentés.

1° BANQUISES.

Au cours de presque dix mois d'hivernage qui immobilisèrent le « Français » dans l'île Wandel, du 4 mars au 10 décembre 1904, il m'a été donné de suivre, au jour le jour, l'état de la mer dans notre voisinage immédiat. Malheureusement les deux baies de l'île Wandel, trop largement ouvertes, étaient peu favorables au développement régulier des formations glaciaires. Les coups de vent de nord-est, si violents et si fréquents, soulevaient généralement une houle intense, qui, en quelques heures, morcelaient la banquise de Port-Charcot. La baie de la Salpêtrière était également très mal protégée, et les débâcles y furent trop nombreuses pour permettre à une véritable banquise de prendre de l'extension.

Cependant, comme un régime aussi irrégulier semble être celui de toute cette région, il n'est peut-être pas inutile de résumer ici en quelques mots les vicissitudes des glaces dans ces deux baies.

C'est le 8 avril que la baie de la Salpêtrière se prit pour la première fois ; de petits glaçons poussés par la brise du sud, l'ayant envahie, se trouvèrent soudés, par de la glace de mer, qui en fit un tout solide. Malgré le dégel et la pluie qui survinrent pendant quelques jours, la banquise résista ; le 13, elle se couvrit d'une épaisse couche de neige ; le 27, la jeune glace ne dépassait pas l'épaisseur de 10 centimètres, mais elle s'étendait peu à peu en superficie ; le 28, sous l'influence de la marée, une ligne de fractures se dessina tout le long de la rive, et les glaçons, redressés par la pression, formèrent de tout petits hummocks. Par les fissures, l'eau monta, s'étendit sur le bord de la banquise et se prit en une belle glace verte, transparente et unie. Mais le 1er mai les crevasses se multiplièrent, et, sous l'influence du vent de nord-est, la baie fut dégagée.

Huit jours après, la banquise se reconstitua de la même façon, par des glaçons plats soudés ensemble ; le 12 avril, je pus la parcourir et reconnaître sa composition : dans le fond de la baie, une portion de l'ancienne banquise, vieille d'un peu plus d'un mois, formait une surface légèrement

ondulée, d'un seul tenant, sans crevasses, si ce n'est le long de la rive, où les mouvements de marée avaient fait naître de longues fentes très minces par où l'eau de mer s'infiltrait. Au-devant d'elle, la jeune banquise, faite de glaçons soudés entre eux, se prolongeait par une étendue de glace de mer absolument plate, épaisse de 8 à 10 centimètres. Mais bientôt des crevasses se montrèrent, la banquise se couvrit d'une bouillie de neige et d'eau de mer, et elle se disloqua totalement le 17 juin. L'épaisseur de la glace de mer n'avait pas atteint 30 centimètres.

Du 21 juin au 3 août, cette baie fut de nouveau occupée par une banquise analogue ; les glaçons étaient également plats, sauf quelques petits icebergs qui se trouvèrent englobés. La glace de mer ne put acquérir qu'une vingtaine de centimètres d'épaisseur.

Le 1^er^ octobre, la baie se trouvant complètement dégagée se recouvrit de glace formée exclusivement par la congélation de l'eau de mer. La température de l'atmosphère était ce jour-là de 15° environ, et un givre abondant s'était déposé en fins mouchets sur la jeune glace (Pl. V, fig. 17) ; celle-ci épaissit rapidement. Une épaisse couche de neige vint la renforcer (Pl. IX, fig. 33).

Le 10 octobre, elle avait une puissance moyenne de 15 centimètres. Mais elle ne tarda pas à se ramollir à la suite d'une hausse de température et disparut de nouveau.

A partir de cette époque, la banquise ne se reforma pas dans la baie de la Salpêtrière. Au contraire, la baie de Port-Charcot, qui resta libre pendant la majeure partie de l'hiver, fut continuellement occupée par une banquise pendant toute la durée du printemps. Le 9 juillet, une couche de glace de mer s'était formée, dont l'épaisseur s'accrut jusqu'à 25 centimètres ; mais le 23 du même mois elle fut brisée par la houle et entraînée au large par les courants.

Ce n'est que le 8 septembre qu'un amoncellement de blocs de toutes tailles, qui remplissaient la baie, se prit en une masse qui présenta une résistance telle qu'elle persista jusqu'à la fin de décembre (Pl. VIII, fig. 25). A ce moment, l'équipage du « Français » aida à sa dislocation, en creusant au moyen des scies et des explosifs un chenal le long de la rive. Cette banquise, d'une composition très hétérogène, comprenait à la fois des pla-

teaux unis, des débris d'icebergs et de la glace de mer ; aussi sa surface était-elle hérissée de mille accidents et son épaisseur extrêmement variable. La neige, chassée par le vent, s'accumulait en sortes de dunes derrière tous ces obstacles, dessinait à la surface ces traînées sinueuses qu'on appelle les *sastrugi*.

Au mois d'octobre, la partie inférieure des glaçons prit une teinte brune due au développement des diatomées. Pendant les mois de novembre et de décembre, les glaces se creusèrent de cavités dans leur portion immergée, et c'est par là qu'elles se désagrégèrent principalement.

Pendant toute la période des basses températures extérieures, la température de la mer près de la surface est restée remarquablement fixe entre — 1°,7 et — 1°,9.

Pendant l'hiver, j'ai pu assister à maintes reprises à la congélation de l'eau de mer (Pl. V, fig. 17). Par les grands froids, la mer fume comme une chaudière, par suite de la grande différence entre la température de l'eau et celle de l'atmosphère. Sa surface devient luisante comme de l'huile. De petites aiguilles de glace apparaissent qui se multiplient rapidement et se réunissent en un réseau solide. La vitesse d'accroissement, que j'ai pu suivre en découpant de petits rectangles dans la glace qui avoisinait le bateau, est très rapide dans les premières heures de sa formation. L'épaisseur atteignait souvent 6 et 7 centimètres en quelques heures. Ensuite l'augmentation se faisait de plus en plus lentement. Les premières couches formées sont un isolant qui protège l'eau sous-jacente, et des épaisseurs de 12 à 15 centimètres demandent déjà plusieurs jours pour être atteintes. Cette glace des premières heures a une structure feuilletée ; elle est formée de petites lamelles emprisonnant un peu de saumure entre elles. L'eau de mer, en se congelant, rejette en effet une grande partie des sels qu'elle contient; ces particules restées liquides ont donc une concentration saline considérable qui abaisse leur point de congélation.

M. von Drygalski a montré que la couche supérieure de la glace de mer était formée de cristaux à axe vertical (1).

Cette glace est molle, plastique ; même épaisse de plusieurs centimètres, elle ondule en suivant les mouvements de la houle. Lorsque le

(1) E. von Drygalski, *Grönland-Expedition*, 1897, Bd. I, p. 424.

froid persiste, elle devient compacte, et, par les températures inférieures à — 20°, elle est dure, cassante, sonore sous la pioche. Sa transparence lui donne l'aspect noir par opposition avec la neige qui la recouvre.

La puissance isolatrice de la glace explique le fait que les grands froids n'aient pas l'action à laquelle on s'attendrait sur la vitesse d'accroissement de la glace de mer ; elle n'épaissit pas beaucoup plus rapidement par — 30° que par — 15°. Il semble même que l'acroissement cesse lorsque la glace atteint une certaine épaisseur. Près de l'île Wandel, je n'ai jamais constaté plus de 40 centimètres. M. Nansen, vers la fin de février, ayant foré la glace qui enserrait le « Fram », fut étonné de ne la trouver épaisse que de $1^{m},87$ à bâbord et $2^{m},08$ à l'avant, bien qu'elle fût vieille d'un mois, et que pendant ce mois la température fût descendue à — 50° (1).

Aussi les banquises ainsi formées n'acquerraient-elles jamais de grandes puissances si les couches de neige déposées à leur surface n'augmentaient notablement leur épaisseur. Il se constitue au-dessus d'elles un véritable glacier dont on reconnaît les stratifications sur la tranche des crevasses. Dans le fond des baies abritées, elles peuvent séjourner longtemps avant de se rompre et d'atteindre une épaisseur considérable.

A notre passage dans la baie des Flandres, tout le fond de la baie, à peu près jusqu'à hauteur du cap Rahir, était occupé par une banquise épaisse de 4 à 5 mètres ; sa surface, légèrement ondulée, était recouverte de neige molle ; mais, au-dessous, on trouvait le névé avec ses stratifications, puis de la glace compacte. Une ceinture de hummocks l'entourait à quelque distance de la côte ; en dehors de quelques régions chaotiques au débouché des glaciers, l'ensemble était un plateau uniforme terminé à la mer par un front de 1 mètre environ au-dessus de l'eau. A cette époque (février 1904), de longues fentes rectilignes détachaient de temps à autre d'immenses radeaux plats (*floe*), que le courant entraînait vers le large ; la banquise se morcelait ainsi peu à peu.

M. Nansen signale un autre mode d'accroissement de la banquise pendant l'été. Bien que nous n'en ayons pu être témoin, il est intéressant de le noter : « L'eau douce, dit M. Nansen, provenant de la fusion de la neige, formait à la surface de la mer une nappe d'environ 3 mètres, et, au con-

(1) F. Nansen, *Vers le pôle*, p. 106.

tact de l'eau salée, beaucoup plus froide, subissait un abaissement de température et même une congélation. Cette couche de glace d'eau douce, en s'agglutinant à la partie immergée des floe, augmentait leur épaisseur. Des forages révélèrent en effet la présence, sous les vieux floe, d'une nappe de glace peu cohérente (1). »

Nous n'avons pas eu l'occasion d'observer de fortes pressions dans les banquises. Ces pressions latérales, qui se traduisent par des fractures, des plissements, des entassements de blocs, toross ou hummocks, demandent de larges étendues pour acquérir une grande puissance. Les hummocks les plus élevés que nous ayons vus, dans la baie des Flandres, ne dépassaient pas 2 mètres ; ils étaient dus surtout aux mouvements de marée. Au reste, M. Nansen s'est élevé contre les évaluations excessives que les explorateurs ont faites de la hauteur des hummocks : « L'hummock le plus élevé que j'ai vu, dit-il, ne dépassait pas 10 mètres. Les plus saillants dont j'ai déterminé les dimensions atteignaient 6 mètres à $7^{m},50$; ceux-là étaient nombreux. Les entassements de glace de mer ayant une hauteur de $8^{m},50$ sont très rares. »

Souvent nous avons constaté des plissements très visibles grâce aux strates, et cela sur des plaques déjà épaisses. Il se produit ainsi quelquefois une sorte de gonflement de la banquise ; le 21 juillet, dans la traversée de l'île Wandel à l'île Hovgaard, nous avons observé une série de gaufrures qui soulevaient la glace ; celle-ci sonnait creux, et, en effet, en la perçant, un jet d'air comprimé s'échappa avec un bruit de vapeur ; puis l'eau jallit en bouillonnant. Cette glace est donc plastique même par les températures de l'hiver.

Les courants ont une action curieuse sur la banquise, qu'ils minent en dessous ; ils y déterminent ainsi des clairières d'eau libre dont on n'expliquerait pas la présence autrement. Le 1er juin, c'est-à-dire en hiver, j'ai découvert sur la côte de l'île Hovgaard de petits espaces totalement libres de glace, alors que la banquise tout autour avait une vingtaine de centimètres d'épaisseur ; l'un deux, d'une superficie de quelque 100 mètres carrés, révélait un courant nord assez vif, et la profondeur de l'eau y variait de 1 à 2 mètres. Je suis revenu à plusieurs reprises à cet

(1) F. Nansen, *Vers le pôle*, p. 120.

endroit pendant notre hivernage, et toujours j'y ai constaté la présence d'eau libre. Le commandant Scott a signalé un phénomène analogue sur la nappe de glace qui entourait la « Discovery » dans les endroits où le courant passait sur un petit fond (1).

Au cours du raid que nous avons accompli sous la direction de Charcot, sur la banquise de la Terre de Graham, nous avons assisté à la désagrégation de cet appareil. Uniquement formée de glace de mer recouverte de neige, cette banquise, remarquablement plate, s'étendait entre le continent et les îles du large, l'île Lund et les îles Argentina, en particulier. Lors de notre raid, en novembre 1904, elle était en pleine décomposition, ce qui nous obligea à traîner avec nous une lourde embarcation pour la traversée des chenaux. La glace de mer qui formait la partie la plus solide et pour ainsi dire la trame de la banquise était pourtant percée comme un écumoir ; au-dessus d'elle, une couche de 40 à 60 centimètres, tantôt bouillie, tantôt glace, tantôt eau liquide, représentait l'ancienne couche de neige tassée qui maintenant entrait en fusion, en même temps qu'elle était pénétrée par l'eau de mer ; enfin, à la partie supérieure, nageait une croûte plus ou moins poreuse, maintenue à l'état solide par la température de l'air. Aucune trace de pressions ne se faisait sentir sur cette grande plaine glacée, et seulement quelques crevasses la traversaient de loin en loin, allant des îles à la côte (Pl. X, fig. 38).

2° LE PACK.

Tout ce que les glaciers déversent à la mer, tout ce que les banquises lièrent au moment des débâcles forment d'immenses champs de débris en mouvement qui constituent le *pack* (Pl. VI, fig. 19 ; Pl. VII, fig. 22). La glace de glacier y tient la plus grande place et elle y présente aussi les formes les plus variées ; elle est translucide ou opaque ; sa couleur varie du blanc au bleu verdâtre, suivant qu'elle est plus ou moins poreuse ; ses dimensions vont de celles du plus petit glaçon jusqu'à l'iceberg géant ; tout ce que l'imagination peut enfanter de formes bizarres se rencontre en ces édifices ; les stratifications régulières des glaciers s'y retrouvent en bandes azurées parallèles plus ou moins inclinées par rapport à la surface des eaux.

(1) R. Scott, *La « Discovery » au Pôle Sud*, vol. I, p. 132.

La glace de mer se distingue par sa transparence plus grande ; elle est incolore ou légèrement grise, ou quelquefois vert pâle. Elle se présente en larges plateaux ou *floe*, peu élevés au-dessus de l'eau et généralement couverts de neige ; lorsque celle-ci atteint une épaisseur suffisante, on peut reconnaître les différentes couches et constater qu'elles sont parallèles au niveau de la mer.

Ces glaçons proviennent pour la plupart du démantèlement des banquises qui pendant l'hiver remplissent les baies et les bras de mer au voisinage des côtes. Mais ils peuvent prendre naissance en pleine mer, et la description de Scoresby (1), qui est devenue classique, mérite d'être citée : « J'ai souvent observé, dit-il, les progrès du gel depuis la première apparence des cristaux jusqu'à ce que la glace eût atteint une épaisseur de plus d'un pouce, sans que la terre pût en rien aider à sa formation, souvent là où la vieille glace ayant été chassée par les courants ou par les vents d'est, les terres situées à l'ouest avaient empêché de nouvelles glaces de prendre leur place.

J'ai vu la glace se former à plus de 20 lieues du Spitzberg et acquérir rapidement une consistance capable d'arrêter les mouvements d'un navire poussé par une bonne brise, même lorsqu'elle était exposée aux vagues de l'océan Atlantique, au milieu de la mer du Groenland, sous 72° de latitude nord.

Lorsque les premiers éléments de glace paraissent à la surface de la mer sous la forme de petits cristaux isolés et qui ressemblent à de la neige que de l'eau froide ne pourrait fondre, les marins l'appellent *sludge* (saleté) ; la houle s'apaise comme si on eût couvert les flots d'une couche d'huile. Les cristaux s'unissent entre eux pour former des noyaux plus volumineux, et même, sous l'influence des vagues, ils acquièrent des volumes de 3 à 4 pouces de diamètre. Ces petits glaçons, constamment heurtés les uns contre les autres, s'arrondissent, se relèvent par leurs bords, s'unissent et présentent bientôt de petits plateaux de 1 pied d'épaisseur et de plusieurs mètres de circonférence ; on les nomme alors *pancake* (Pl. VII, fig. 22), et, si on vient à examiner ces pancakes, on voit qu'elles ont la forme d'un pavé. Dès que la houle a complè-

(1) W. Scoresby, *An account of the arctic regions*, p. 239.

tement cessé, ces divers glaçons s'unissent et forment des champs immenses.

Lorsque la mer n'est pas agitée, les progrès de la congélation sont très rapides. La glace augmente par la partie inférieure, atteint souvent une épaisseur de 2 à 3 pouces en vingt-quatre heures et peut soutenir le poids d'un homme en moins de quarante-huit heures. Ces plateaux de nouvelle formation sont nommés par les marins anglais *young ice*, *bay ice*, jeunes glaces. »

Sur les côtes découpées et irrégulières comme celles de la Terre de Graham, dans le dédale des archipels qui l'entourent, c'est un va-et-vient continuel, et tel chenal que l'on a franchi en eau libre deux heures auparavant est subitement engorgé et devient impénétrable ; telle baie trouvée libre un jour est comblée le lendemain. Les courants ont une action incontestable sur ces masses, mais c'est surtout aux vents qu'elles obéissent. Dans nos deux baies de l'île Wandel, ouvertes dans deux directions opposées, les vents qui dégageaient l'une amenaient le remplissage de l'autre, et inversement. En plein hiver, les environs de notre station semblèrent libres fort loin à plusieurs reprises, alors que dans les mois de novembre et de décembre la plupart des canaux étaient encombrés de glaces flottantes.

Le détroit de Gerlache, largement ouvert à ses deux extrémités, semble être libre pendant la majeure partie de l'année. Tout le pourtour du continent antarctique est entouré d'une zone de pack, et c'est là le plus gros obstacle à l'exploration de ces régions. Les débâcles du printemps libèrent une grande partie des côtes des banquises qui les enserrent ; mais le pack qui en résulte séjourne longtemps sur place, et la formation incessante de nouvelles glaces l'accroît constamment.

A mesure qu'il remonte vers le nord, le pack se détend ; un certain nombre de glaçons s'en détachant et naviguant plus vite que la masse s'avancent en lignes continues perpendiculaires à la direction du vent. Avant d'arriver au pack proprement dit, les navires traversent ainsi une série de zones concentriques formées de glaces assez lâches, entre lesquelles la mer reste libre. La pack lui-même devient de plus en plus dense à mesure que l'on approche de la terre. En même temps, les glaces pré-

sentent des dimensions de plus en plus grandes; il est naturel, en effet, qu'elles se fragmentent en s'éloignant de leur point d'origine.

Tous les navigateurs ont signalé la présence fréquente d'un chenal d'eau libre entre le pack et la côte ou la banquise. C'est dans un chenal de ce genre, large de 1 à 2 milles, que nous cheminions devant la Terre Loubet lorsque survint le malheureux échouage qui interrompit notre campagne.

Le pack s'étend parfois sur des distances considérables, loin des côtes. Il subit alors l'influence de la grande houle de l'océan, et rien n'est plus impressionnant que le balancement de ces grands plateaux de glace qui montent et descendent avec les vagues et menacent de briser le frêle esquif aventuré parmi eux. Mais, à mesure que l'on s'enfonce dans le pack, le calme se fait, la houle s'apaise ; les glaçons semblent glisser à la surface de l'eau ou tournoyer sur eux-mêmes; au lieu du murmure des flots, l'on n'entend plus que les blocs qui s'entre-choquent ou le crépitement des glaces qui se fendillent au soleil. Des clairières d'eau libre se rencontrent çà et là dans le pack; elles sont généralement très peuplées par les Phoques, les Cétacés et les Oiseaux de toutes sortes en quête de nourriture.

Les grandes étendues de glace, banquises ou pack, s'annoncent de très loin par une vive lueur blanche qui s'élève dans le ciel à quelques degrés au-dessus de l'horizon, c'est l'*iceblink* (Pl. IX, fig. 34) ; il est d'autant plus intense que les champs de glace sont plus uniformément couverts de neige. Les clairières se signalent, au contraire, par des bandes sombres ou *watersky*, qui tranchent dans le ciel sur la hauteur éclatante de l'iceblink.

Vers la fin de février 1904, nous avons rencontré un pack très épais devant la Terre de Graham, à hauteur des îles Biscoe, c'est-à-dire par 66° de latitude sud. Nous l'avons retrouvé dans les mêmes parages l'année suivante, au commencement de janvier. Mais la plus grande étendue de pack que nous ayons rencontrée est celle qui nous arrêta le 13 janvier 1905 en vue de la Terre Alexandre 1er. Les floe y atteignaient une épaisseur telle que l'on ne pouvait songer à les rompre avec l'étrave du navire, et ils étaient si serrés qu'après deux jours d'efforts pour forcer le passage vers le sud nous dûmes renoncer et remonter vers le nord. Devant la Terre Loubet,

par 67° de latitude sud, le 15 janvier, le pack moins dense se laissa enfin pénétrer (Pl. VI, fig. 19). De grands floe très étendus formaient une première zone serrée, rendue plus difficile encore par la jeune glace qui parfois unissait les glaçons ou par une sorte de pâte glaciaire qui gênait leur déplacement ; puis le pack devint plus lâche, fait de débris de glaciers et d'icebergs faciles à éviter. Il est à remarquer cependant que les grands floe sont souvent moins dangereux pour la navigation que ces glaçons, provenant des glaciers, dont le pied immergé et fait de glace très compacte expose la coque du navire à un choc brutal ; les floe opposent une résistance plus molle, et l'étrave très arrondie du bateau monte sur l'obstacle, qu'elle brise ensuite par son poids.

C'est dans le courant de février que le pack semble offrir le moins de densité, et c'est par conséquent l'époque la plus favorable aux tentatives des navigateurs pour gagner l'extrême-sud. Ross, qui, lors de sa seconde campagne antarctique (1841-1842), avait mis quarante-six jours (du 18 décembre au 2 février) pour traverser le pack et atteindre le continent, franchit le même espace en quelques jours au retour, à la fin de février. Pendant l'été 1894-1895, le baleinier norvégien « Antarctic » mit cinq semaines pour traverser cette même zone de pack, alors qu'il en sortait plus tard en quelques jours (1).

D'après le commandant Scott, pendant le mois de février, un navire faisant route droit au sud, le long du 178° méridien, pourrait arriver jusqu'à la Grande Barrière sans rencontrer de pack (2).

Il ne faut pas oublier cependant que le régime du pack est extrêmement variable et change d'une année à l'autre. C'est le 28 février 1898 que la « Belgica » pénétra dans le pack, qui devait la garder prisonnière pendant une année entière. Elle n'en sortit que le 14 mars 1899, après avoir dérivé du 80° au 102° de longitude ouest aux environs du 71° de latitude sud.

L' « Antarctic », qui portait M. O. Nordenskjöld et ses compagnons, put atteindre l'île Seymour et Snow-Hill sans trop grandes difficultés le 12 février 1902, alors que l'année suivante le malheureux navire fut écrasé dans les mêmes parages le 10 février. En novembre, au contraire, la cor-

(1) A. de Gerlache, *Quinze mois dans l'Antarctique*, p. 169.
(2) R. Scott, *La « Discovery » au Pôle Sud*, vol. II, p. 257.

vette argentine l' « Uruguay », envoyée au secours des naufragés, trouva la route ouverte jusqu'à Snow-Hill.

Enfin faut-il citer l'exemple du baleinier anglais Weddell qui, en 1823, s'avança par 34° 17′ de longitude ouest jusqu'à 74° 15′ de latitude à travers des eaux libres, alors que les autres navigateurs moins heureux ont rencontré des glaces impénétrables par des latitudes moindres de plusieurs degrés.

Le commandant Scott, qui a pu suivre le mouvement des glaces dans la mer de Ross pendant cinq saisons consécutives, donne les renseignements suivants (1) : « En temps ordinaire, la mer de Ross est complètement gelée pendant l'hiver ; cette nappe de glace est exposée à des mouvements d'oscillation, et ces mouvements entraînent près de ses bords l'ouverture d'étroits espaces libres, comme par exemple sur la face nord de la Grande Barrière ; peut-être même amènent-ils aussi la création de canaux, qui doivent, il est vrai, se refermer rapidement.

Vers la fin de septembre et en octobre, les tempêtes acquièrent une extrême violence au cap Crozier, et il est probable qu'à cette époque la banquise commence à s'affaiblir. La débâcle générale qui en résulte a été observée deux fois par nos reconnaissances : un jour, une escouade vit la mer complètement couverte de glaces ; le lendemain, à la même place, des eaux libres. La glace ainsi détachée dérive vers le nord et va former la bande de pack que les navires doivent traverser pour atteindre la Terre Victoria au commencement de l'été.

Vers la fin de décembre et au commencement de janvier, ce « belt » s'étend, à partir du cercle polaire austral, vers le sud sur une distance d'environ 200 milles ; il présente une zone faible, où l'attaque est relativement facile, et qui est comprise entre les méridiens 178 et 180 est de Greenwich. A l'ouest de cette zone, le pack doit être renforcé par la glace, qui vient des côtes de la Terre Victoria, et, à l'est, par des apports peu connus qui expliquent les difficultés rencontrées par Ross.

La plus grande partie du pack dérive de bonne heure vers le nord ; mais il existe dans le détroit de Mac-Murdo une zone de remous où la glace séjourne en décembre et en janvier ; c'est à la fin de janvier qu'en 1902

(1) R. Scott, *La « Discovery » au Pôle Sud*, vol. II, p. 254.

et 1904 cette nappe dériva vers le nord; mais, en 1903, elle ne disparut qu'un mois plus tard. A ce moment, un changement visible dans la direction des courants se manifesta à la surface du détroit. Le pack disparaît complètement à la fin de février.

Au sud des îles Balleny, la mer doit toujours être couverte d'un pack épais, formé par les glaces qui proviennent des côtes de la Terre Victoria. La position de ce pack est assez incertaine ; en février 1904, elle était très avancée dans l'est, tandis qu'en 1841, au même mois, Ross avait trouvé la mer libre à l'est du 168ᵉ méridien. »

3° LES ICEBERGS.

Les icebergs de l'Antarctique dépassent de beaucoup par leur nombre et leurs proportions ceux des régions arctiques. Ils affectent également une forme originale spéciale, c'est la forme tabulaire (Pl. VIII, fig. 26).

Avec son toit plat couvert de neige d'une éclatante blancheur, ses pans verticaux, ses angles nets, ses lignes de stratifications horizontales, blanches, bleues ou vertes, l'iceberg tabulaire semble découpé dans la falaise de glace qui borde le rivage voisin.

Absolument prismatique à sa naissance, la forme de l'iceberg s'altère peu à peu sous l'action du soleil, l'assaut des vagues et les heurts de sa vie errante. Au niveau de la mer, une gouttière se creuse qui par ses diverses positions marquera les différentes situations de l'iceberg. Au-dessous de l'eau, sur la surface immergée, s'impriment de petits godets, traces de dissolution. Les fentes qui traversent la masse s'élargissent peu à peu sous l'effort des vagues ; il se forme ainsi des cavernes et des grottes (Pl. VII, fig. 24), où les flots s'engouffrent en mugissant. Percé de part en part, l'iceberg se transforme en arche géante (Pl. IX, fig. 30) ; ou bien, évidé en son centre, creusé en hémicycle, il devient un petit havre flottant. Entraînés par les courants, les icebergs se rencontrent, se bousculent ; échoués sur des seuils, où ils stationnent parfois longtemps, en butte aux oscillations de la marée, ils se fracturent, se morcellent peu à peu. Tronqués, mutilés, ils s'inclinent, perdent l'équilibre, se renversent tout à fait ; et l'on reconnaît leur ancien pied, maintenant au jour, aux mille petits godets qui le marquent comme un cuivre martelé.

D'autres fois, ruinés, rongés en tous sens, ils s'effondrent avec un bruit de tonnerre et s'évanouissent dans le bouillonnement des flots en soulevant des lames énormes.

Ainsi, à côté des grands tabulaires, réguliers et prismatiques, s'édifient ces monuments aux formes bizarres et compliquées, qui rappellent les icebergs du nord : tours, pyramides, clochers, cathédrales ou palais, flèches gothiques ou porches romans, tous les styles s'y rencontrent, toutes les architectures s'y coudoient; puis ce sont les formes les plus étranges et les plus inattendues que l'imagination la plus capricieuse n'arriverait pas à rêver. Toute la gamme des bleus et des verts se joue sur les parois de ces édifices ou dans les anfractuosités qui les creusent, et la blancheur du marbre le plus pur n'égalerait pas la leur. La transparence des eaux permet de poursuivre au loin sous la mer la féerie de leurs grottes d'azur. Pendant l'été, de petites cascades tombent sur leurs flancs, mêlant leurs eaux aux vagues qui déferlent sur leurs croupes luisantes ; des stalactiques pendent des corniches et des chapiteaux. Sous le soleil, les glaces étincellent de feux de pierreries ; leurs silhouettes s'animent dans une atmosphère d'une transparence extraordinaire ; les colorations les plus chaudes envahissent le ciel et se reflètent sur la mer, et ce sont alors des tableaux d'enchantement qui s'offrent aux yeux. Que le soleil, au contraire, disparaisse de la scène, c'est un paysage de mort que présentent ces montagnes de glace. Tantôt accumulées en grand nombre, elles semblent les ruines fantastiques d'une gigantesque cité de marbre ; tantôt isolées, elles passent, fantômes blancs, majestueux et muets, dans le mystère des brumes polaires.

Sur la hauteur des icebergs, les auteurs ne sont pas très d'accord. Il faut distinguer d'abord entre les icebergs tabulaires et les icebergs de formes irrégulières. Ceux-ci peuvent atteindre des hauteurs considérables ; c'est ainsi que l'un d'eux, rencontré par nous dans le chenal de Roosen, mesurait au théodolite $88^{m},80$ au-dessus du niveau de la mer. Mais cette élévation n'est pas toujours en rapport avec la masse de l'édifice ; certains icebergs ont en effet un pied très évasé dissimulé sous l'eau, et l'équilibre est ainsi maintenu sans que le pied atteigne une grande profondeur ; c'était le cas pour l'iceberg qui vient d'être cité. Ces éperons de glace in-

visibles, qui sont quelquefois très prononcés et à peu de distance de la surface de l'eau, sont un danger pour la navigation ; c'est pourquoi il est toujours prudent aux navires de se tenir au large des icebergs.

La hauteur des icebergs tabulaires est autrement intéressante. Leur forme géométrique permet en effet d'en déduire avec une certaine approximation leur épaisseur totale, la profondeur minima des mers sur lesquelles ils naviguent et la puissance des glaciers qui les ont produits. Malheureusement les mesures rigoureuses sont difficiles à prendre sur ces masses en mouvement, qu'il est dangereux d'approcher, et, d'autre part, les erreurs d'appréciation sont faciles à commettre à cause de l'absence de points de comparaison et à l'uniformité trompeuse des parois. Parmi les icebergs que nous avons rencontrés, il en était certainement dont la hauteur ne devait pas être loin de 50 mètres (Pl. VII, fig. 23) ; mais, d'après le lieutenant de vaisseau Matha, la plupart variaient entre 20 et 40 mètres.

Comme le fait justement observer le capitaine Scott, il semble donc que les dimensions des icebergs antarctiques aient été beaucoup exagérées. N'a-t-on point parlé en effet de masses atteignant 240 et 300 mètres de hauteur, voire 450 mètres. « Nous avons rencontré, dit le capitaine Scott, des centaines de montagnes de glace flottantes, qui dépassaient 1 mille de long et 45 mètres de haut ; mais la plupart ne mesuraient guère plus d'un quart de mille de long et moins de 35 mètres de haut. Les plus grosses que nous ayons observées étaient échouées en face de la Terre du Roi Édouard, où le front des glaciers atteint une puissance énorme (1). »

Les mêmes remarques s'appliquent à l'étendue en surface des icebergs ; elle est encore plus difficile à déterminer exactement. On a signalé des îles de glace de plusieurs kilomètres de long ; on en a cité une de 100 kilomètres de longueur. Si le fait est exact, il est tout à fait exceptionnel. Dans la région que nous avons parcourue, les icebergs de 1 kilomètre de côté étaient rares, et la majorité ne dépassaient pas quelques centaines de mètres.

Une autre question très controversée est celle du rapport qui existe

(1) R. Scott, *La « Discovery » au Pôle Sud*, t. II, p. 259.

dans un iceberg entre la partie immergée et la partie émergée. M. Steenstrup (1) a calculé que, dans un prisme régulier de glace de glacier, ce rapport oscille entre 1/7 et 1/8. D'après sir J. Murray, la proportion serait de 7 à 1. Pour le capitaine Scott, le rapport ne doit pas être supérieur à 5 contre 1 (2) ; son opinion s'appuie d'abord sur les profondeurs auxquelles les icebergs échouent, — les icebergs de 35 à 45 mètres de haut ne touchent jamais sur les fonds de plus de 180 à 220 mètres, — ensuite sur les indications fournies par les icebergs renversés ; enfin sur la nature de la glace des appareils producteurs d'icebergs. Cette glace, en effet, est en général essentiellement poreuse et retient des quantités d'air extrêmement variables ; la densité de la glace doit donc varier dans de notables proportions. Certaines parties de l'iceberg sont au contraire tout à fait compactes. M. von Drygalski a décrit sous le nom « d'iceberg bleu » (3) un type observé dans la baie de Posadowsky ; il dérive d'icebergs tabulaires transformés par l'évaporation et par l'action des tourmentes de neige en une calotte arrondie ; l'origine tabulaire se reconnaît par les stratifications horizontales encore nettement visibles ; mais l'usure a fait apparaître les parties les plus profondes et les plus compactes de l'iceberg, celles où la glace sans bulles d'air montre une belle couleur bleue.

Grâce à leur grand tirant d'eau, les icebergs sont soumis à l'action des courants bien plus qu'à celle des vents ; souvent on les voit cheminer contre le vent. Aussi, dans le pack, qui, lui, est surtout influencé par le vent, les icebergs naviguent fréquemment dans une direction différente de celle des glaçons bas. Ils laissent ainsi derrière eux des clairières d'eau libre, dont les barques peuvent profiter.

Les icebergs remontent quelquefois très loin vers le nord ; on en a rencontré jusqu'à hauteur du cap de Bonne-Espérance.

Le premier que nous ayons aperçu à bord du « Français » était par le travers de l'île Smith (Shetlands du Sud), le 1er février 1904. D'autres étaient échoués près de la côte. Ils étaient peu nombreux devant l'archipel de Palmer ; mais, à la pointe sud-ouest de l'île Anvers, une trentaine d'icebergs

(1) Heim, *Gletscherkunde*, p. 278.
(2) R. Scott, *La « Discovery » au Pôle Sud*, t. II, p. 260.
(3) E. Philippi, *Ueber der Landeis-Beobachtungen der letzten fünf Südpolar-Expeditionen*, p. 10.

tabulaires étaient assemblés, échoués pour la plupart sur les récifs qui prolongent le cap.

Dans la baie des Flandres, comme dans toute la région de l'île Wandel, ils étaient en grand nombre, mais de petite taille, et, pendant tout l'hiver, des quantités innombrables circulèrent autour de notre station.

Les icebergs les plus volumineux que nous ayons observés étaient groupés autour des îles Biscoe. Nous en avons aussi rencontré d'énormes dans le pack devant la Terre Loubet et devant la Terre Alexandre Ier.

A mesure que l'on gagne vers le sud, leur nombre paraît s'accroître en même temps que leurs proportions s'amplifient. Le 21 février 1898, par 69° 30′ de latitude, à l'ouest de la Terre Alexandre Ier, M. de Gerlache ne comptait pas moins de 320 icebergs tout autour de l'horizon (1). Il semble donc que ce soit plus au sud qu'il faille chercher leur lieu d'origine.

Sur la formation des icebergs, on est encore loin d'être fixé. La figure classique donnée par M. Helland (2), et représentant une coupe de l'extrémité du glacier de Kangerdlugssnak, montre le lancement ou *vélage* des glaces flottantes par un glacier dont le front s'avance dans la mer. Certains auteurs voient dans le vélage le mode ordinaire de naissance des icebergs. A.-E. Nordenskjöld, dans son *Voyage de la « Véga »*, s'élève contre cette opinion (3) : « Les véritables icebergs proviennent non pas, comme quelques auteurs, Geikie, Brown et d'autres, l'ont écrit et ont voulu le prouver par des dessins inexacts, de glaciers qui s'avancent dans la mer et se terminent par une tranche de glace escarpée et à cassure régulière, mais, au contraire, de glaciers très irréguliers, qui, longtemps avant d'atteindre la mer, sont fractionnés en masses énormes et débouchent dans des fjords profonds. Les auteurs qui écrivent sur la formation des icebergs devraient remarquer que ces glaçons ne se forment que dans les endroits où la masse glaciaire subit un mouvement violent, mouvement qui, dans un temps relativement court, a pour conséquence le creusement du fjord. » Selon le célèbre explorateur suédois, les blocs provenant du vélage des glaciers ne s'élèvent qu'exceptionnellement d'une dizaine de mètres au-dessus de l'eau.

(1) A. de Gerlache, *Quinze mois dans l'Antarctique*, p. 167.
(2) *Geol. Soc. London*, XXXV.
(3) A.-E. Nordenskjöld, *Voy. de la « Vega »*, t. I, p. 376.

Il semble pourtant que, dans les régions australes, ce soit bien par vélage des glaciers flottants que naissent les grands icebergs tabulaires, alors que les glaciers des fjords ne donnent que des masses irrégulières et de petite taille. Les puissants glaciers de la baie des Flandres ne nous ont pas paru producteurs de véritables icebergs, pas plus que les glaciers échelonnés sur la côte de la Terre de Graham.

Les icebergs de la mer de Ross proviennent surtout de la Grande Barrière et de la Terre du Roi Édouard. Devant cette dernière, le commandant Scott a noté deux icebergs en train de se détacher au moment de son passage ; mais il n'assista à aucun « détachement » de la Grande Barrière (1). Une file de petits icebergs s'étend le long de la Barrière ; puis, au nord, le long de la Terre Victoria, une partie s'attardent dans les baies et dans les fjords de cette côte et demeurent échoués sur les bancs, en particulier devant les caps Crozier, Washington et Adare. Devant ce dernier promontoire notamment, une nombreuse quantité d'icebergs étaient échoués. A l'ouest des îles Balleny, ils sont très abondants et semblent venir d'une région située très loin dans l'est. Du cap Adare au cap Crozier, deux glaciers seulement sont susceptibles de donner naissance à des icebergs tabulaires ; encore n'en envoient-ils que peu. M. O. Nordenskjöld (2) pense qu'une partie des icebergs antarctiques provient aussi du morcellement des terrasses de glace, comme celle qu'il a observée sur la côte orientale de la Terre du Roi Oscar.

EFFETS MÉCANIQUES ET ACTIONS DE TRANSPORT PAR LES GLACES FLOTTANTES

Par suite de leurs mouvements incessants, les glaces flottantes soumettent les roches sous-marines à de puissantes actions mécaniques ; elles rabotent les têtes de rochers, les usent, les polissent. Les icebergs dont le pied atteint plusieurs centaines de mètres portent leur action à de grandes profondeurs. Sur le plateau continental qui s'étend devant la Terre de Graham, l'on aperçoit, à la faveur des eaux transparentes qui le

(1) R. Scott, *La « Discovery » au Pôle Sud*, vol. II, p. 258.
(2) O. Nordenskjöld, *Au pôle antarctique*, p. 52.

couvrent, les magnifiques polis glaciaires de roches granitiques dont les innombrables écueils sèment la région.

Le long des côtes, les banquises ont au contraire un rôle protecteur et empêchent l'action des vagues.

Les glaces flottantes sont de merveilleux agents de transport. Pendant l'hiver, les banquises qui séjournent devant le rivage, au pied des montagnes, reçoivent les débris de roches qui s'éboulent sur leurs flancs. Les vents entraînent à leur surface de grandes quantités de poussière, où l'on reconnaît les sédiments des terres voisines; ces dépôts minéraux s'étalent en couches fines qui donnent aux champs de glace une apparence sale au moment des dégels; ils activent la fusion à la façon de la cryoconite du Groenland. Enfin, dans les baies peu profondes, les banquises imprègnent les galets qui gisent sur le fond et les emportent avec elles. Lors des débâcles, la banquise morcellée disperse au loin ses glaçons chargés de matériaux. Au fur et à mesure de la fusion, ceux-ci sont distribués sur le fond des mers ou déposés sur les côtes où les glaces viennent s'échouer.

Le volume des sédiments ainsi transportés est considérable. Nous avons rencontré des glaçons de grande taille entièrement noirs de débris rocheux, blocs, sable et boue (Pl. X, fig. 37). D'autre part, les icebergs, débris des glaciers, renferment des fragments de moraines, des bandes boueuses, et des blocs énormes peuvent être charriés par eux.

TROISIÈME PARTIE

PÉTROGRAPHIE

L'étude pétrographique des roches que j'ai recueillies au cours de l'Expédition Antarctique Française a été faite dans le laboratoire de minéralogie du Muséum d'Histoire Naturelle, dirigé par M. le professeur A. Lacroix.

Tous les échantillons que j'ai récoltés en place sont exclusivement constitués par des roches éruptives. Elles se rapportent à deux séries : l'une, très prédominante, est formée de types granitoïdes, traversés par quelques roches filoniennes ; l'autre, de roches microlitiques d'origine incontestablement volcanique et à facies récent.

Les roches granitoïdes comprennent :

1° Des granites à amphibole ;

2° Des diorites quartzifères ;

3° Des gabbros ouralitisés.

Elles paraissent constituer une série pétrographique continue, surtout en ce qui concerne les granites et les diorites quartzifères. Là où les granites et les diorites coexistent (île Wandel, baie des Flandres), elles forment des massifs distincts, mais dont les contacts sont malheureusement cachés sous les neiges perpétuelles.

Les roches microlitiques comprennent des types les uns très altérés, probablement anciens, les autres remarquables par leur fraîcheur, et d'origine nettement volcanique, bien que nous n'ayons trouvé aucune trace d'appareil volcanique conservé dans la région parcourue.

La plupart de ces roches microlitiques proviennent malheureusement de blocs errants, et la calotte de glace qui recouvre presque entièrement

le sol n'a pas toujours permis d'en préciser les gisements. Mais, si quelques blocs trouvés sur les grèves ont pu être apportés de loin par les glaces flottantes, la grande abondance sur un même point de la plupart d'entre elles indique une provenance voisine ; d'autres, situés à une altitude inaccessible à la mer, résultent certainement du démantèlement de hauteurs plus ou moins proches. Enfin j'ai observé un certain nombre de filons en place.

Ces roches microlitiques comprennent :

1° Une rhyolite à quartz globulaire (un seul bloc errant) ;

2° Des trachy-andésites ;

3° Des dacites et des andésites ;

4° Des labradorites ;

5° Une diabase (un bloc errant) ;

6° Des basaltes.

Parmi les blocs errants, il en est un qui présente un intérêt spécial tant par les minéraux qu'il renferme que par sa nature, qui détonne au milieu des roches précédentes. C'est un microgranite à pyroxène et amphibole sodiques.

J'ai trouvé, en outre, parmi les blocs errants, quelques blocs de schistes cristallins ; il est possible qu'ils proviennent du démantèlement de régions actuellement cachées sous la neige ; mais ils pourraient bien avoir été apportés par les glaces ; il y a donc des réserves à faire à ce sujet.

Comme gîtes de minéraux, je n'ai rencontré qu'un petit gisement de quartz intercalé dans la diorite de l'île Wandel.

I. — ROCHES GRENUES ET MICROGRENUES.

1° GRANITES

Les granites sont, avec les diorites, les roches les plus fréquentes de cette région de l'Antarctique. Ce sont eux qui forment la plupart des îles basses échelonnées devant la côte. Ce sont en général des granites à amphibole.

a. *Granites à amphibole à grain moyen.* — La roche est généralement d'une grande fraîcheur, en particulier sur l'île Wandel, dont elle forme toute la partie ouest, c'est-à-dire la colline du Cairn, haute de 60 mètres, et toutes les roches moutonnées qui l'entourent. C'est là que nous allons prendre le type de notre description.

Examinée à l'œil nu, cette roche (180) (1) se montre holocristalline, grenue à grains moyens, d'aspect clair. On y distingue : de l'orthose, d'un gris violacé à cassure miroitante, en plages atteignant jusqu'à 1 centimètre de longueur, un plagioclase blanc, du quartz, enfin de la biotite et de l'amphibole disséminés régulièrement dans la masse ; il existe en outre de petites enclaves à grains fins dans lesquelles prédominent les éléments colorés.

L'examen microscopique permet d'ajouter des éléments accessoires : de l'apatite, du sphène, du zircon et de la magnésie.

L'orthose forme des plages à contours irréguliers, maclées suivant la loi de Carlsbad, souvent faculées d'albite.

D'un développement au moins égal à l'orthose, de grandes plages de plagioclases, maclées suivant les lois de Carlsbad, de l'albite et plus rarement de la péricline ; la mesure du maximum d'extinction dans la zone perpendiculaire à $g^1(010)$ est d'environ 18°, ce qui range ce plagioclase dans les andésines à 35 p. 100 d'anorthite.

Le quartz se montre en grains de dimensions très variables, sans formes propres, moulant les autres éléments.

Le mica est de la biotite, dont le pléochroïsme varie du jaune clair au brun foncé ; des inclusions de zircon y déterminent des auréoles pléochroïques.

Un autre minéral qui tient une place importante dans cette roche, c'est l'amphibole, qui appartient à la hornblende commune; sa couleur est le vert d'herbe, à marbrures plus ou moins foncées et à pléochroïsme net mais faible ; les cristaux sont à contours très irréguliers ; l'angle d'extinction dans la plage $g^1(010)$ est de 22°. Elle renferme des inclusions de magnétite.

(1) Ces chiffres se rapportent aux numéros des échantillons de la collection déposée au Muséum d'Histoire Naturelle.

L'ordre de consolidation des différents minéraux est celui du granite normal : d'abord les minéraux lourds, apatite, sphène, zircon, magnétite, puis le mica et le plagioclase, le tout moulé par les grandes plages xénomorphes de quartz et d'orthose ; ce dernier présente assez fréquemment des inclusions quartzeuses.

Cette roche est d'une fraîcheur remarquable ; seuls les feldspaths présentent quelques traces d'altération ; le centre de certains cristaux est alors constellé de paillettes fines de mica (damourite). Sur le terrain, aux affleurements, les parties exposées au contact de l'air et de l'humidité ont une teinte de rouille due à un commencement d'altération des éléments ferro-magnésiens et de la magnétite.

L'analyse chimique, faite par M. Pisani, donne :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	TiO^2	pf.	Total.	P^2O^5
71,10	14,50	0,31	3,10	1,17	2,59	3,25	4,02	0,46	0,25	100,75	0,03

Si l'on soumet cette analyse au calcul, on obtient la composition minéralogique virtuelle suivante :

Quartz			27,18	
Feldspaths	Orthose	23,91	64,47	91,65
	Albite	27,77		
	Anorthite	12,79		
Pyroxènes	SiO^3Mg	2,90	7,52	
	SiO^3Fe	4,62		
Minerais	Magnétite	0,46	1,37	8,89
	Ilménite	0,91		
Perte au feu				0,25
Total				100,79

Dans la notation de M. Michel Lévy, cette analyse donne les paramètres magmatiques suivants :

$x = 8,4$, $\Phi = 2,19$ (alcalino-syénitique), $r = 1,25$ (mégapotassique).
$C' = 0,047$ (méga-alumineux), $\Psi = 2,8$ (magnésien).
$U = 1,31$.

Cette roche se rapporte au type 1, 4, 2, 3 de la classification chimico-minéralogique américaine : c'est une *toscanose*.

Si l'on calcule la composition du plagioclase d'après les données ci-dessus, on obtient :

Albite	68 p. 100
Anorthite	32 —

Le rapport est donc 2 : 1, ce qui correspond à andésine-oligoclase et concorde sensiblement avec le résultat de l'examen minéralogique.

Il est intéressant de rapprocher de cette analyse *a*. celles des deux granites identiques, provenant l'un : *b*. de Conanicut Island (Rhode Island) donné par M. L. V. Pirsson ; l'autre *c*. de Kortfors (Orebro) en Suède, donné par M. Backström ; j'y ajouterai un « andengranit » *d*. de Juncal Valley (Argentine) de M. Stelzner, qui est extrêmement voisin ; enfin un granite *e*. de Puerto Angosto (Patagonie) de M. O. Nordenskjöld, qui montrent l'analogie des granites antarctiques avec ceux de l'Amérique du Sud :

	a.	*b*.	*c*.	*d*.	*e*.
SiO^2	71,10	71,23	70,05	69,43	68,0
Al^2O^3	14,50	13,64	14,78	15,74	15,6
Fe^2O^3	0,31	1,70	3,37	0,93	5,7
FeO	3,10	1,00		3,35	»
MgO	1,17	0,75	0,44	1,35	0,8
CaO	2,59	2,31	3,42	2,07	2,6
Na^2O	3,25	3,55	3,10	4,56	4,6
K^2O	4,02	3,79	4,13	2,99	2,7
TiO^2	0,46	0,21	0,19	»	»
pf	0,25	3,79	0,42	0,10	»
	100,75	99,90	99,90	100,52	100,0

A côté de ce granite typique de l'île Wandel, je dois signaler un échantillon (150) provenant d'un bloc recueilli à marée basse sur la grève de la côte ouest de cette île. On n'en peut indiquer le gisement, ce bloc ayant pu être apporté de loin par des glaces flottantes ; mais il mérite cependant d'être noté.

Il diffère essentiellement du granite précédent tant par les dimensions des éléments, qui sont plus grandes, que par la coloration rose de l'orthose. Les cristaux de feldspath rose atteignent 3 centimètres de côté, sans pour cela donner la structure porphyroïde, et les grains de quartz ont 1c,5 de diamètre. On voit aussi des cristaux d'assez grandes dimensions d'un plagioclase blanc laiteux en partie altéré, qui donne à la cassure un aspect poussiéreux. Le mica est très rare.

L'élément coloré, en très petite quantité, est formé de hornblende, soit en grains irréguliers dans les interstices, soit en prismes idiomorphes.

L'examen microscopique montre de grandes plages d'orthose plus ou moins trouble, sans contours géométriques : elles présentent la macle de Carlsbad et renferment des bandelettes pertitiques d'albite et d'anorthose ainsi que des granules de calcite et de mica dus à l'altération ; elles contiennent quelques inclusions de mica et de plagioclase.

Le plagioclase est de l'oligoclase montrant de fines macles de l'albite ; il est trouble, imprégné de calcite ; il montre quelque tendance à la structure zonée.

Le quartz est en grains xénomorphes plus ou moins arrondis ou moulés dans les intervalles des feldspaths.

Le mica est rare, c'est de la biotite dont la coloration brune a été remplacée par une coloration verte due à l'altération ; elle a perdu en partie son pléochroïsme. On reconnaît enfin de la hornblende commune verte, pléochroïque, s'éteignant dans les sections longitudinales sous des angles très faibles.

b. *Granite à amphibole à grain fin.* — Le granite que l'on rencontre sur l'île Hovgaard, située au sud de l'île Wandel, est encore un granite à amphibole. Il forme toute la pointe nord de l'île et sans doute aussi le grand dôme de 400 mètres de hauteur qui couronne la partie sud, mais dont l'épaisse couverture de glace ne permet pas d'atteindre le sol.

La roche (139) est d'aspect moins clair que sur l'île Wandel, étant plus riche en éléments ferro-magnésiens ; le grain est aussi plus fin, et les plages violacées d'orthose qui donnaient à celui-ci son aspect caractéristique ont entièrement disparu.

Le microscope montre la rareté des grandes plages d'orthose, tandis que le plagioclase est en grande abondance. Ce dernier, en grains xénomorphes, est une oligoclase présentant les macles polysynthétiques suivant la loi de l'albite et s'éteignant sous un angle maximum de 6° ; ce feldspath est souvent zoné et présente au centre un commencement de damouritisation. Le quartz est de la biotite brune en plages déchiquetées, avec inclusions pléochroïques de zircon.

L'amphibole est beaucoup plus abondante qu'à l'île Wandel ; c'est encore

de la hornblende commune verte, pléochroïque ; le centre des cristaux est généralement presque incolore et moins pléochroïque que les bords qui atteignent le vert foncé ; la macle h^1 (*100*) est constante ; les cristaux sont très rarement idiomorphes et leur angle d'extinction dans g^1 (*010*) est de 20°.

Les grains de magnétite sont un peu plus nombreux que dans le granite de Wandel.

Le même granite se retrouve dans la partie méridionale de l'île Lund, située elle-même au sud de l'île Hovgaard et formant avec elle et Wandel, les trois plus importantes unités de ce long chapelet d'îles alignées devant la côte de la Terre de Graham et parallèlement à elle. Ces échantillons (281) provenant de l'île Lund sont généralement altérés et déjà, à l'œil nu, on perçoit quelques reflets verdâtres de chlorite.

L'orthose et le plagioclase, qui est une oligoclase-andésine à 25 p. 100 d'anorthite, sont piquetés de damourite. Le zonage est très net. Le quartz est en très petits grains. La biotite et la hornblende sont extrêmement déchiquetées, parfois réduites à l'état de paillettes ; l'amphibole est d'un vert-mousse et criblée d'inclusions de toutes sortes ; feldspath, mica, chlorite, zircon, magnétite ; son angle d'extinction dans g^1 (*010*) est d'une vingtaine de degrés.

Les îles Moureaux, dans la baie des Flandres (Terre de Danco), sont constituées par un granite identique à celui de l'île Wandel. Ce sont ces mêmes roches moutonnées, légèrement rosées, avec de nombreux nodules amphiboliques, qui leur donnent un aspect caractéristique.

Certains blocs de ce granite se distinguent par la finesse de leur grain (19). C'est une forme aplitique du granite précédent.

L'examen microscopique montre une structure micropegmatitique, surtout en ce qui concerne le quartz et l'orthose. Le plagioclase est postérieur à ces deux minéraux ; il est zoné ; c'est une andésine à 32 p. 100 d'anorthite. Cette roche est remarquable par la rareté du mica, qui est en général jeune et moule les feldspaths, et surtout par l'absence de l'amphibole. Mais on rencontre un certain nombre de sphérolites verts de chlorite, remplissant de petites cavités miarolitiques. Le zircon, l'apatite, la magnétite, ponctuent la roche de petits cristaux.

c. *Aplite*. — A l'extrémité nord de l'île Wandel, se dresse un magnifique sommet, le mont Lacroix, haut de 641 mètres. Son profil est celui d'une demi-lentille placée de champ. Il est complètement isolé et se trouve dans l'axe de la chaîne montagneuse de l'île. Je n'ai pu atteindre la montagne elle-même, dont la base est défendue par un piedmont-glacier s'élevant sur un front vertical d'une vingtaine de mètres de hauteur. Mais j'ai recueilli au pied du glacier, quelquefois encastrés dans la muraille de glace, de nombreux blocs détachés du mont Lacroix.

Ils sont tous constitués par une aplite très riche en cristaux de pyrite ; aussi, étant donnés le grand nombre de ces blocs et l'absence de roches d'autre nature, est-il permis de penser que la montagne est entièrement formée par cette aplite. Les longues traînées couleur de rouille, dues à l'oxydation de la pyrite, qui descendent sur les flancs de la montagne, corroborent encore cette opinion.

C'est le seul gisement d'aplite que j'aie rencontré dans cette région.

C'est une roche (126) finement grenue, de couleur gris clair. Les éléments blancs, qui sont prépondérants, sont quelquefois bien cristallisés ; les éléments colorés, très altérés, ne forment que de petites plages grisâtres sans contours nets. La roche est criblée de cristaux de pyrite ; aussi les surfaces à l'air et toutes les fissures sont enduites d'oxyde de fer.

Vue au microscope, elle est essentiellement formée par des feldspaths et du quartz associés à quelques paillettes de mica et d'amphibole.

L'orthose est peu abondante. Le plagioclase est une andésine-oligoclase, dont l'angle maximum d'extinction dans la zone de symétrie est d'environ 14°. Ces feldspaths sont souvent zonés ; ils sont assez profondément altérés et sont piquetés de mica blanc.

Ils sont en cristaux relativement automorphes et sont moulés par du quartz formant de petites plages granulitiques ; de sorte que la roche a une tendance à la structure à deux temps, sans la réaliser cependant, parce que le quartz est en trop gros cristaux.

Par sa richesse en quartz et sa très grande pauvreté en éléments colorés, cette roche est une aplite. Mais ce n'est pas une aplite ordinaire ; la rareté de l'orthose et l'abondance des plagioclases la rapprochent magmatiquement des diorites bien plus que des granites, comme c'est le

cas général. Le gisement se trouve d'ailleurs dans l'axe d'une chaîne dioritique. Je dois signaler cependant que les feldspaths sont moins zonés que dans les diorites étudiées précédemment.

d. *Filons de pegmatite.* — Le granite à amphibole de l'île Wandel est traversé par des filonnets d'une pegmatite à grains moyens, composée de plages d'orthose et d'andésine, qui ont la même disposition réciproque que dans le granite, ainsi que de grains de quartz abondants non seulement contemporains des minéraux précédents, mais aussi postérieurs.

On y rencontre assez fréquemment des cristaux de chlorite. Elle s'y présente sous deux formes : tantôt c'est un produit de décomposition du mica, et alors elle en a pris l'orientation (pennine) ; tantôt c'est une chlorite, positive en long, qui s'est formée dans les places laissées par l'amphibole, et en ce cas elle a tendance à prendre la structure sphérolitique.

De petits cristaux de pyrite ponctuent quelquefois la roche.

Dans cette pegmatite, l'altération est plus avancée que dans le granite qui l'englobe, et l'on y rencontre fréquemment de la calcite secondaire.

2° DIORITES

Les roches de cette famille sont beaucoup plus répandues que les granites dans toute la région que nous avons parcourue. On les rencontre en effet d'une façon presque générale depuis l'île d'Hoseason par 63°45′ de latitude jusque dans les îlots situés au sud de l'île de Lund par 65° 25′ de latitude. Ce sont elles qui constituent, semble-t-il, la plupart des chaînes de l'archipel de Palmer, de l'île Wiencke, de l'île Wandel ainsi que la bordure occidentale de la Terre de Graham. Elles sont donc extrêmement abondantes.

Malgré la variété des roches de cette famille, on peut leur assigner un certain nombre de caractères communs : abondance des feldspaths, existence de la biotite et du quartz : ce sont des diorites quartzifères leucocrates ou tout au plus mésocrates. Elles diffèrent des granites précédents par la disparition de l'orthose et, dans certaines d'entre elles, par la raréfaction de la biotite ; le quartz reste toujours abondant ; on y observe des quantités notables de titanomagnétite. Les

plagioclases cependant sont plus basiques, avec zonages concentriques de plus en plus calciques.

Le feldspath moyen renferme de 40 à 45 p. 100 d'anorthite ; il est donc intermédiaire entre l'andésine et le labrador et assez proche de ce dernier ; mais les extrêmes varient de 60 p. 100 d'anorthite au centre à 28 p. 100 à la périphérie.

Je les diviserai en deux groupes, suivant qu'elles contiennent ou non du pyroxène :

a. *Diorites quartzifères micacées.* — Le type des diorites peut être choisi à l'île Wandel à cause de la fraîcheur des roches que l'on y trouve. C'est une diorite quartzifère micacée.

Cette roche (202) est holocristalline, grenue, à grains moyens ; elle est grise, légèrement verdâtre sur les parties exposées à l'air. A l'œil nu, on voit du feldspath blanc, un peu de quartz et de l'amphibole à clivages brillants d'un noir verdâtre ; enfin quelques paillettes hexagonales de biotite.

Les éléments colorés, régulièrement répartis, ne dépassent pas 5 millimètres de plus grande dimension.

L'examen microscopique permet de rapporter le feldspath au labrador. Il se présente en larges plages, souvent automorphes, maclées suivant la loi de l'albite, rarement suivant celle de Carlsbad, quelquefois suivant celle de la péricline. Le maximum d'extinction dans la zone perpendiculaire à g^1 (*010*) est voisin de 30° ; c'est donc un labrador Ab_1An_1. Ce plagioclase est très fréquemment zoné.

Le quartz est assez abondant, sans formes propres.

L'amphibole appartient à la hornblende commune verte ; elle forme de larges plages déchiquetées vert pâle ou vert jaunâtre, avec macle h^1 (*100*) fréquente ; l'angle maximum d'extinction dans la zone d'allongement est de 20°.

Presque aussi abondante, la biotite se présente en lames déchiquetées.

Comme éléments accessoires, notons la titanomagnétite en quantités notables, la pyrite, le zircon.

La structure est grenue. Les seuls éléments automorphes sont les minerais lourds et parfois les plagioclases. Ceux-ci, lorsqu'ils n'ont pas

de formes propres, sont en grains ; les cristaux sont sensiblement isométriques, mais sans donner lieu à la structure ophitique.

La cristallisation de l'amphibole et celle du labrador sont contemporaines, car, si l'amphibole enveloppe souvent le plagioclase, inversement, le plagioclase renferme des inclusions d'amphibole. La biotite remplit les interstices laissés entre eux par les autres minéraux. Le quartz est le dernier élément consolidé.

L'analyse chimique, faite par M. Pisani, donne :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	TiO^2	pf.	Total	P^2O^5
59,85	16,90	1,02	5,22	3,12	6,63	3,45	1,28	0,84	0,87	100,08	0,06

Soumise au calcul, cette analyse donne la composition minéralogique virtuelle suivante :

Quartz			14,22	
Feldspaths	Orthose	7,78	63,53	77,75
	Albite	29,34		
	Anorthite	26,41		
Pyroxènes	SiO^3Ca	2,55	16,95	21,25
	SiO^3Mg	7,80		
	SiO^3Fe	6,60		
Minerais	Magnétite	2,78	4,30	
	Ilménite	1,52		
Perte au feu				0,87
Total				99,87

Dans la notation de M. Michel Lévy, les paramètres magmatiques sont les suivants :

$x = 16,4$, $\Phi = 2,78$ (syénitique), $r = 0,37$ (mégasodique).
$C' = 0,07$ (méso-alumineux), $\Psi = 2,2$ (magnésien).

Cette roche se rapporte au type II, 4, 3, 4 de la classification chimico-minéralogique quantitative : c'est une *tonalose*.

Si l'on calcule la composition du plagioclase d'après les données ci-dessus, on obtient :

Albite	52 p. 100
Anorthite	48 —

Le rapport est donc sensiblement 1 : 1 correspondant au labrador et en concordance avec le résultat de l'examen minéralogique.

Afin de bien mettre en relief le consanguinité des roches dioritiques dans toute la chaîne andine, depuis les plus hautes latitudes boréales, dans l'Alaska, jusque dans son prolongement antarctique de la Terre de Graham, en suivant la bordure occidentale des deux Amériques, je vais mettre en regard de l'analyse de notre roche les analyses de plusieurs diorites prises à des latitudes différentes :

a. Diorite quartzifère micacée de l'île Wandel ;

b. Diorite de Capitain's Bay, Alaska (G.-F. Becker) ;

c. Quartz-diorite de Spanish Peak, Californie (H.-W. Turner) ;

d. Quartz-mica-diorite de Yaqui-Creek, Mariposa County, Californie (H.-W. Turner) ;

e. Andendiorite du Cuesta del Cuzco, San Antonio Valley, Argentina (A. Stelzner).

	a.	*b*.	*c*.	*d*.	*e*.
SiO^2	59,85	58,63	59,68	58,09	59,06
Al^2O^3	16,90	16,23	17,09	17,46	17,79
Fe^2O^3	1,92	1,91	2,85	1,12	3,47
FeO	5,22	4,20	2,75	5,08	4,81
MgO	3,12	4,28	3,54	4,06	3,00
CaO	6,63	6,59	6,62	6,24	5,22
Na^2O	3,45	3,51	3,87	2,94	4,60
K^2O	1,28	2,09	1,31	2,02	2,79
TiO^2	0,84	0,74	0,65	0,95	»
pf	0,87	1,17	1,00	1,45	0,95
	100,08	99,35	99,36	99,41	100,69

On voit la presque identité de composition chimique de ces roches, qui appartiennent toutes au type tonalose, sauf la dernière, qui est une akerose, type très voisin ; elle contient une proportion un peu plus grande d'alcalis que les quatre premières.

Cette diorite, provenant de l'île Wandel, a été recueillie en place sur le sommet Guéguen, à environ 400 mètres d'altitude, où elle forme d'assez larges espaces à découvert ; le flanc sud de la montagne tombant à pic sur un glacier escarpé, on ne peut suivre le gisement de ce côté ; mais le flanc nord, garni en certains points de talus d'éboulis, permet de se rendre compte que toute la hauteur est constituée par cette diorite quartzifère que l'on retrouve encore à son pied même, au bord de la mer. Cette hauteur s'adosse d'ailleurs à l'est à un massif dioritique, le pic

Louise et se prolonge à l'ouest par la colline Jeanne, qui est également dioritique.

Sur ce même sommet Guéguen, un pointement rocheux, faisant saillie sur quelques mètres carrés seulement hors de la neige, est formé par une roche (201) d'aspect gris foncé, à grain fin : elle est traversée par des traînées presque linéaires de titanomagnétite noire brillante. Au microscope, on constate qu'elle n'est qu'une modification mésocrate de la roche précédente, avec un grain beaucoup plus fin. Les plagioclases sont automorphes, l'amphibole très abondante, le quartz rare ; elle contient de très nombreux grains de titanomagnétite ; beaucoup de grains irréguliers de sphène sont répandus dans la masse, où ils sont même par place visibles à l'œil nu ; ils sont jaunes de miel.

La neige qui environne ce pointement n'a pas permis de préciser les rapports de cette roche avec la diorite précédente ; mais il est probable qu'elle y forme une enclave basique ou qu'elle constitue un filon ; son analogie avec les nodules amphiboliques que l'on trouve dans toutes les roches de cette région vient à l'appui de la première hypothèse.

Une diorite quartzifère (169) constitue les contreforts du pic Louise ; la biotite y est abondante ; le plagioclase, qui est encore le labrador, est très zoné et rarement automorphe. La roche est constellée de nodules amphiboliques et micacés de toutes dimensions, qui donnent un aspect caractéristique aux rochers. Vus au microscope, ces nodules (167) rappellent en tous points l'échantillon à grain fin dont il vient d'être question plus haut. Les minéraux ne présentent pas de formes propres, et tous les angles sont arrondis ; ils se pénètrent mutuellement à la façon des fragments d'un jeu de patience. Le plagioclase, quelquefois en grandes plages zonées, renferme des inclusions d'amphibole, et inversement la hornblende contient de petits cristaux de feldspath.

C'est une diorite identique qui semble constituer sur l'autre rive du chenal de Lemaire les chaînes montagneuses de la Terre de Graham. Je l'ai retrouvée au delà du cap Renard, au fond de la baie des Flandres (34), où elle est également très riche en enclaves amphiboliques.

La partie septentrionale de l'île Lund, située au sud de l'île Wandel, est constituée par une diorite quartzifère altérée, à grain fin et constellée de

petits cristaux de pyrite (253). Elle est caractérisée par l'abondance du quartz et d'une amphibole verte en plages dentelliformes. De nombreuses enclaves basiques sont disséminées dans la roche.

Beaucoup plus au nord, sur un petit îlot situé entre les îles Brabant et Liége, on rencontre encore une diorite quartzifère (507). Elle est à grain un peu plus fin que celles de l'île Wiencke. Les éléments colorés sont régulièrement distribués. A l'examen microscopique, on reconnaît de grandes plages de labrador, à macles de l'albite très fines, quelquefois légèrement incurvées ; la macle de la péricline est fréquente. L'amphibole, très pléochroïque, allant du brun au vert intense, avec un maximum d'extinction de 28°, est une hornblende commune verte ; la macle h^1 (*100*) est souvent répétée. Le centre des cristaux est fréquemment incolore. La biotite remplit les intervalles des grands cristaux. Le quartz n'est pas très abondant.

L'île Hoseason, située au nord de l'archipel de Palmer, est encore constituée par une diorite quartzifère (513). Le grain est un peu plus fin que dans la précédente, le feldspath très blanc, l'élément ferro-magnésien bien développé, en cristaux de 4 à 5 millimètres de plus grandes dimensions. A l'examen microscopique, on distingue un labrador $Ab_1 An_1$ tantôt en grandes plages, tantôt en petits cristaux automorphes. L'amphibole forme des plages à contours nets, vert jaunâtre. Il y a peu de quartz, un peu de mica vert, quelques grains de magnétite et de sphène.

b. *Diorites quartzifères micacées à pyroxène.* — Les diorites de l'île Wiencke, située ou nord de l'île Wandel, à l'entrée méridionale du détroit de Gerlache, ne diffèrent essentiellement des précédentes que par l'addition du pyroxène. Ce sont des roches à grain moyen, d'aspect gris moucheté de noir, rappelant tout à fait les précédentes par leur aspect extérieur (35). Le plagioclase est presque constamment zoné ; ses cristaux sont mal délimités, maclés suivant les lois de Carlsbad et de l'albite ; ils varient du labrador à l'andésine ; le maximum d'extinction dans la zone perpendiculaire à g^1 (*010*) est voisin de 24°.

L'amphibole est encore la même hornblende commune verte.

Le pyroxène est incolore ou vert très pâle, maclé suivant h^1 (*100*), et présente des plans de séparation suivant p (*001*). Il appartient à un diopside dont l'angle maximum d'extinction est de 42°. Il est presque constamment

enveloppé par la hornblende, qui s'oriente sur lui : il est fort possible que cette disposition soit d'origine primaire.

La biotite est abondante, le quartz en assez grande quantité.

La structure est la même que le type normal.

Cet échantillon provient de la côte est de la presqu'île Lécuyer. Sur la côte ouest de cette même presqu'île, se retrouve une diorite à pyroxène (387) très semblable à la précédente. Elle est traversée de diaclases tapissées ou remplies par des cristaux aciculaires noirs de tourmaline mélangée à de la pyrite. Ces cristaux sont généralement couchés sur la paroi de la roche et ont une tendance à se grouper en étoiles. Ce fait, qui n'est d'ailleurs pas sans analogue, présente ici cet intérêt de se produire dans une diorite ; il est beaucoup moins rare dans le granite.

M. A. Lacroix a rencontré, dans les Pyrénées, de magnifiques exemples de ce remplissage drusique des fentes par de la tourmaline (en particulier dans les éboulis des vallées de Rabassolès, de l'Estagnet, de Valbonne, de Barbouillères, de Laurenti, de Baxouillade), et voici comment il les explique : « Il n'est pas douteux, dit-il, que la formation de ces minéraux remplissant incomplètement des fentes ne soit le dernier écho du phénomène qui a produit le remplissage complet de fentes similaires actuellement occupées par des roches filoniennes : cette opinion est rendue fort probable par ce fait que les minéraux qui y ont été observés sont précisément au nombre de ceux qui constituent ces filons aplitiques (1). » De même M. G.-H. Williams a signalé, près de Baltimore, des phénomènes analogues qu'il attribue à « une infiltration secondaire dans les fissures existantes ». « De longs cristaux de tourmaline noire formant des groupes radiés de quelquefois 2 pieds de diamètre se trouvent inclus dans le quartz à Gwynn's Falls, près du pont de Windsor Road et près de Wetheredville ; de même à Jones Falls, un peu au nord de Woodberry ; de même aussi dans le gabbro-diorite du mont Hope (2). »

En suivant la même côte ouest de la presqu'île Lécuyer, en se dirigeant vers le sud, on constate que la diorite devient plus foncée, plus riche en

(1) A. Lacroix, Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact (1er mémoire) (*Bull. Carte géol.*, n° 64, t. X, juin 1898).

(2) G.-H. Williams, The gabbros and associated hornblende rocks occuring in the neighborhood of Baltimore (*Bull. of de U. S. Geol. Surv.*, n° 28, 1886, p. 25, 28).

éléments ferro-magnésiens, plus pauvre en quartz (376). Le plagioclase passe au labrador $Ab_3\,An_1$. Au microscope, on distingue de grandes plages de pyroxène, quadrillées, jaunes en lumière polarisée, à bordure d'amphibole ; çà et là, des amas formés de petits cristaux d'amphibole, de grains de quartz et de felsdpath.

Dans l'île Doumer, qui n'est séparée de la presqu'île Lécuyer que par un étroit chenal, c'est encore une diorite quartzifère, mais d'aspect un peu plus clair ; le pyroxène y est plus rare, l'amphibole plus abondante.

Je ne ferai que signaler un bloc roulé de diorite quartzifère à pyroxène provenant des îles Moureaux (21), car il n'appartient certainement pas à ces îles, qui sont granitiques ; il a été apporté là par les glaces flottantes.

Cette roche est d'ailleurs très altérée ; les feldspaths sont d'un blanc laiteux caractéristique. La silicate ferro-magnésien, en petits cristaux noirs, est d'une abondance telle qu'il est vraisemblable que nous avons affaire à une enclave.

A l'examen microscopique, on observe des feldspaths peu zonés, troubles, piquetés de muscovite, quelquefois en dentelle dans l'amphibole. Le pyroxène est presque entièrement ouralitisé. La penninе remplace un ancien mica. A noter de l'épidote franche, de la zoïsite ainsi que du sphène autour de la titanomagnétite.

Ces diorites quartzifères à pyroxène existent également plus au sud. Je les ai retrouvées sur de petits îlots situés à une vingtaine de kilomètres au sud-ouest de l'île Wandel. Elles ne diffèrent d'ailleurs de celles de l'île Wandel que par l'adjonction du pyroxène. Mais ce qui caractérise ces échantillons (39), outre l'abondance du quartz et du mica, c'est la présence d'un peu d'orthose, ce qui en fait un terme de passage aux granites à amphibole ; la grande prédominance des plagioclases les fait cependant classer dans les diorites.

L'orthose joue le même rôle que le quartz, c'est-à-dire qu'il moule le plagioclase.

Les cristaux d'amphibole ont pour centre un cristal de pyroxène ouralitisé ; mais l'amphibole est en dentelle dans le pyroxène. La macle h^1 (*100*) est postérieure au pyroxène ; elle traverse en effet toute l'amphibole, mais ne touche pas le pyroxène.

c. *Microdiorites.* — Un petit îlot, d'une centaine de mètres de long sur une trentaine de large, situé dans le chenal qui borde à l'est l'île Doumer, et remarquable par son aspect ruiniforme, fournit une microdiorite (491). C'est une roche d'aspect gris foncé, à grain très fin. Au microscope, on constate qu'elle est formée d'un agrégat de petits cristaux xénomorphes de plagioclase, d'amphibole et de quartz entourant quelques cristaux plus grands et altérés de plagioclase et d'amphibole. On remarque de nombreux îlots de calcite et d'un minéral vert très pâle, pléochroïque, donnant parfois du bleu comme teinte de polarisation ; ce doit être de la pennine, provenant de l'altération soit de la biotite, soit de l'amphibole ; de nombreux petits grains de pyrite secondaire sont répandus dans la roche.

Signalons en passant que cette roche est traversée de filonnets blancs feldspathiques dans lesquels se montrent des cristaux hexagonaux de biotite brune, atteignant 7 à 8 millimètres de diamètre.

Altérations. — 1° *Altérations chimiques.* — Toutes nos roches ne sont pas aussi fraîches que celles qui viennent d'être décrites.

Des échantillons, comme ceux rapportés du pic Jabet (île Wiencke) par le guide Dayné (469), présentent une altération profonde. Les plages de feldspath sont remplies d'îlots de calcite, et l'amphibole est en partie transformée en chlorite. Les fentes et la surface extérieure sont tapissées d'un minéral d'un beau vert de cuivre, soluble dans les acides sans effervescence et donnant les réactions du cuivre et du chlore : c'est de l'atacamite.

Toute la masse est imprégnée d'un produit blanchâtre avec de petits points bleus de sels de cuivre. L'origine du cuivre doit être cherchée dans la chalcopyrite qui accompagne la pyrite dans toutes les roches de cette région ; celle du chlore, dans le chlorure de sodium qui imprègne l'atmosphère au voisinage si immédiat de la mer.

2° *Déformations mécaniques.* — Tandis que l'une des caractéristiques de presque toutes nos diorites réside dans l'état intact de la structure, il existe des régions où la roche présente des traces d'actions mécaniques intenses. Nous avons déjà vu que la diorite recueillie sur un petit îlot situé entre les îles Brabant et Liège présentait des macles légèrement incurvées. Un échantillon (520), provenant de l'île Hoseason et récolté sur un talus d'éboulis, offre un exemple plus net. C'est une diorite d'aspect

généralement verdâtre ; le plagioclase est d'un blanc laiteux quelquefois teinté en vert ; le silicate ferro-magnésien est vert foncé. A l'examen microscopique, on constate que les plages de plagioclase sont brisées ; souvent leurs fragments ont glissé les uns sur les autres, en sorte que les macles sont disloquées et disposées en escalier.

Le mica et l'amphibole sont transformés en épidote, laquelle présente des plissements sans rupture qui leur donnent un aspect fluidal. Il y a eu écrasement, sans toutefois que la structure de la roche ait été bouleversée, et l'on peut très bien la reconstituer par la pensée.

3° GABBROS OURALITISÉS

Les gabbros n'ont été rencontrés en place qu'en un point, au cap Tuxen, où ils forment, depuis le niveau de la mer jusqu'à plus de 800 mètres d'altitude, la masse imposante qui domine le cap. Ils représentent la roche la plus méridionale recueillie jusqu'à ce jour sur la Terre de Graham.

C'est une roche holocristalline grenue, à gros grains, mélanocrate, d'un vert foncé (258). Elle est dépourvue de quartz. A l'œil nu, on remarque comme éléments prédominants de grands cristaux d'un vert foncé, à reflets chatoyants, de diallage, des grains de magnétite et un feldspath blanc laiteux ou grisâtre. Elle est très magnétique.

A l'inverse des granites et diorites qui précèdent, le plagioclase n'est pas zoné. Il se présente en larges plaques irrégulières maclées suivant les lois de l'albite, de Carlsbad et de la péricline. Le maximum d'extinction dans la zone perpendiculaire à g^1 (*010*) est de 37° ; c'est donc un labrador basique $Ab_3\ An_4$.

Le pyroxène est une augite à facies diallagique, jaune très pâle en lame mince, d'un pléochroïsme très faible. Ses larges plages n'ont pas de formes géométriques. Elles présentent les plans de séparation répétés suivant h^1 (*100*) et les inclusions caractéristiques du diallage avec leur disposition habituelle. Le maximum d'extinction dans la zone h^1g^1 est de 38°.

La titanomagnétite mérite une mention particulière par le nombre et la grosseur de ses grains ; ils forment en lame mince des plages irrégulières opaques d'une étendue égale à celle des feldspaths.

Le plagioclase est généralement peu altéré, mais il est souvent fendillé avec un commencement de saussuritisation ; il montre en effet çà et là de fines mouchetures d'albite, d'actinote et d'épidote.

Le pyroxène présente fréquemment un commencement d'ouralitisation ; elle débute par les bords ; l'amphibole secondaire est verdâtre, légèrement pléochroïque ; tantôt elle est orientée sur l'augite et tantôt elle forme des aiguilles enchevêtrées.

Cette même amphibole de couleur claire se développe aussi au voisinage de la titanomagnétite, à laquelle elle constitue une ceinture de petites aiguilles enchevêtrées.

Le plagioclase est en général isométrique, mais parfois il s'aplatit ; le pyroxène, qui lui est en moyenne postérieur, l'enveloppe alors plus complètement, et la roche manifeste une tendance à la structure ophitique, qui n'est pas complètement réalisée, car on trouve aussi des plages de pyroxène englobées dans le feldspath.

L'analyse chimique, faite par M. Pisani, donne :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	TiO^2	pf.	Total.	P^2O^5
36,70	11,00	14,21	12,24	7,55	11,90	0,95	0,22	3,85	1,36	99,98	»

Les paramètres magmatiques, dans la notation de M. Michel Lévy, sont les suivants :

$x = 55,9$, $\Phi = 5,38$ (tonalitique), $r = 0,22$ (mégasodique).
$C' = 0,12$ (micro-alumineux), $\Psi = 3,5$ (ferro-magnésien).
$U = 2,2$.

La composition minéralogique virtuelle, obtenue par le calcul, nous donne :

Feldspaths...	Orthose		1,11				34,51
	Albite		8,38				
	Anorthite		25,02				
Diopside.....	$CaO.SiO^2$	123×116	14,16	27,30			
	$MgO.SiO^2$	100×100	10,00				
	$FeO.SiO^2$	23×132	3,04				
Hypersthène.	MgO	48×100	4,80	6.25	36,43		
	FeO	11×132	1,45				
Olivine.....	Mg	31×70	2,17	2,88			64,53
	Fe	7×102	0,71				
Minerais.....	Magnétite		20,65		28,10		
	Ilménite		7,45				
Perte au feu							1,36
							100,40

D'après ces données, la composition du plagioclase serait :

Albite	25 p. 100
Anorthite	75 —

le rapport est 1 : 3 correspondant à la bytownite.

Ce résultat est un peu différent de celui obtenu par l'examen minéralogique qui nous a donné du labrador ; ceci tient à ce que, le calcul ne tenant pas compte de l'alumine que peut renfermer l'augite, cet excès d'alumine est employé à former de l'anorthite, et l'on obtient non seulement plus de feldspath virtuel qu'il n'en existe réellement, mais il est en même temps un peu plus basique.

Par sa teneur élevée en minéraux ferro-magnésiens virtuels, cette roche est à rapporter à la IV^{e} classe.

On sait que dans la classification chimico-minéralogique, pour les subdivisions des deux dernières classes, les principes de classification sont différents de ceux qui président à l'établissement des divisions secondaires des roches, où les éléments blancs virtuels sont dominants (classes I et II) ou tout au moins à égalité avec les éléments colorés (classe III).

L'ordre est déterminé par le rapport des éléments ferro-magnésiens aux minerais ; or, ce qui caractérise cette roche, c'est une très grande teneur en minerais ; aussi se range-t-elle dans l'ordre 3, dont les représentants connus sont d'une extrême rareté, puisque, dans le recueil d'analyses de M. Waschington (1), on n'y voit figurer que trois roches : la bergenose, l'avezacose et un mélilite-basalt.

La roche du cap Tuxen appartient à un subrang dont les représentants n'ont pas encore été rencontrés dans la nature ; je propose de le désigner sous le nom de *tuxenose*.

Il est intéressant de comparer sa composition chimique avec celles des roches qui en sont les plus voisines :

a. Gabbro du cap Tuxen ;

b. Ilémnite-norite de Storgang, Soggendal, Norvège (C.-F. Kolderup) ;

c. Avezacite d'Avezac-Prat, Pyrénées (A. Lacroix) ;

(1) H.-S. Waschington, *Chimical analyses of igneous rocks*, 1903, p. 365.

d. Melilite-basalt de Randen, Hegau, Baden (U. Grubenmann).

	a.	*b*.	*c*.	*d*.
SiO^2	36,70	31,59	31,80	35,84
Al^2O^3	11,00	8,54	10,96	10,48
Fe^2O^3	14,21	2,36	12,23	7,25
FeO	12,24	24,52	9,79	6,62
MgO	7,55	10,70	8,40	12,95
CaO	11,90	2,25	17,34	10,90
Na^2O	0,95	1,03	0,66	3,53
K^2O	0,20	0,15	0,27	1,51
TiO^2	3,85	18,49	3,25	8,85
pf	1,36	»	1,50	»
P^2O^5	»	0,02	3,32	»
	99,98	99,65	99,46	100,77

La tuxenose *a* est caractérisée par sa richesse en fer, en magnésie et surtout en chaux et par sa pauvreté en alcalis, d'où l'abondance des minerais et des pyroxènes et la rareté des feldspaths ; nous avons affaire à une pyroxénite presque autant qu'à un gabbro ; nous lui conserverons cependant ce dernier nom, car certains échantillons du même gisement, plus riches en feldspaths, se rangent nettement dans les véritables gabbros.

La roche *b*, qui est une bergenose, a une teneur très élevée en fer, en magnésie et en titane, faible en chaux et en alcalis. Elle se rapproche de la tuxenose par sa richesse en fer, en magnésie, sa pauvreté en alcalis ; elle s'en distingue en ce que le fer y est presque entièrement à l'état de protoxyde et en ce qu'elle contient beaucoup plus de titane et beaucoup moins de chaux. La conséquence de cette composition chimique est, au point de vue minéralogique, la constitution d'une norite riche en ilménite et hypersthène.

L'avezacite *c* est riche en fer et en magnésie, mais surtout en chaux ; c'est elle qui contient le plus de chaux des quatre roches, d'où, étant donnée la présence d'acide phosphorique, la production d'une assez grande quantité d'apatite. C'est la roche qui se rapproche le plus de la tuxenose par sa composition chimique ; elle s'en distingue par l'apatite et par sa teneur en fer, qui est un peu moindre. Au point de vue minéralogique, l'absence de feldspath en fait une hornblendite.

La quatrième roche est beaucoup moins ferrugineuse que les précé-

dentes; elle contient à peu près autant de chaux que la tuxenose, mais beaucoup plus de titane et de magnésie, et la notable proportion des alcalis en fait un type tout à fait différent.

En résumé, nous avons là une roche d'un type peu banal, qui vient compléter à l'extrémité basique la série des granites et diorites étudiés précédemment.

Un autre échantillon (259) recueilli sur le flanc nord du cap Tuxen est également constitué par un gabbro qui ne diffère du précédent que par l'aspect plus clair de la roche dû à une plus grande abondance de feldspaths et par un grain plus fin. Le feldspath est d'un blanc laiteux, et, au microscope, on constate qu'il présente un état de décomposition assez avancé ; il est moucheté par de petites lamelles de calcite. Le pyroxène est fortement ouralitisé; parfois il est transformé sur place en un cristal d'amphibole de même orientation ; mais souvent il est remplacé par un enchevêtrement de fines aiguilles d'un vert pâle d'amphibole ; celle-ci forme ainsi des houppes irrégulièrement distribuées dans la masse.

D'autres échantillons (268), tout en présentant un grain fin, gardent l'aspect foncé qui domine dans les roches de ce gisement; le pyroxène, très abondant, est encore ici fortement ouralitisé, mais conserve en général un noyau intact.

En dehors de ce gisement, nous ne rencontrons le gabbros qu'en un seul autre point. Encore n'est-ce qu'un bloc errant (363), recueilli sur la grève à Port-Lockroy, dans l'île Wiencke ; mais il présente un intérêt spécial par ce fait que M. Arctowski a récolté un gabbro en place sur un nunatak d'une île très voisine, l'île Brabant. C'est une roche altérée formée en parties à peu près égales d'éléments blancs laiteux, ternes, et d'éléments vert foncé. Le feldspath est un labrador en plages irrégulières constellées de petites lamelles de damourite et de fines aiguilles ou de grains d'épidote. L'augite est presque entièrement ouralitisée, et l'amphibole secondaire est elle-même en partie épigénisée par de l'épidote. On rencontre fréquemment comme produit d'altération le clinochlore, soit en fines houppes dans le feldspath, soit en petites plages plus importantes dans l'amphibole ; elles sont d'un vert clair, avec allongement négatif est biréfringence voisine de celle du quartz. C'est un fait intéressant à noter, la chlorite

secondaire des autres roches étant généralement la pennine. A signaler, en outre, du sphène, qui se présente soit en cristaux à formes nettes sans doute primaires, soit en grains nettement secondaires (leucoxène), qui épigénisent l'ilménite ; dans ce cas, il est associé à du rutile.

II. — ROCHES MICROLITIQUES.

1° RHYOLITE A QUARTZ GLOBULAIRE

La famille des rhyolites n'est représentée dans la collection des roches rapportée de cette région que par un bloc errant (213) trouvé sur le bord de la mer, à marée basse, à la pointe nord de l'île Hovgaard ; il a dû être apporté là par les glaces flottantes.

Il est à remarquer que les seuls échantillons de rhyolites que l'on ait rencontrés dans la région du cap Horn sont aussi des blocs errants, gisant parmi les galets de l'anse de la Mission et sur les plages de la baie Orange. « Il nous paraît probable, dit M. le Dr Hyades, que ces blocs ont été charriés par les bancs de glace détachés des terres du pôle sud (1). » Il y aura donc lieu de chercher leur origine du côté de la Terre Alexandre Ier, située au sud-ouest de la Terre de Graham.

Ce fragment de rhyolite trouvé sur l'île Hovgaard est une roche de couleur claire, formée d'une pâte légèrement violacée, veinée de minces filonnets verdâtres et renfermant des phénocristaux d'orthose de 8 à 9 millimètres de diamètre et riche en cristaux bipyramidés de quartz atteignant la grosseur d'un pois. C'est une roche à facies ancien (porphyre).

L'examen microscopique montre de grandes plages d'orthose, corrodées, maclées suivant la loi de Carlsbad, renfermant des inclusions de quartz et des inclusions vitreuses. Les cristaux sont parfois groupés, associés suivant des lignes très sinueuses.

Le quartz tantôt présente des formes géométriques, tantôt est corrodé, creusé de fjords plus ou moins profonds remplis par la pâte. Il renferme de nombreuses inclusions vitreuses et quelques rares inclusions liquides. Beaucoup de ces quartz sont entourés d'une auréole de même compo-

(1) Dr Hyades, *Mission scientifique du cap Horn*, t. IV, 1887, p. 186.

sition englobant des éléments de la pâte, avec une sorte de structure sphérolitique (quartz auréolé).

La pâte, presque entièrement cristalline, est constituée par des éponges de quartz globulaire de formes et de dimensions très variées, au milieu desquelles il reste encore un peu de verre et du feldspath.

Certaines grandes éponges de quartz globulaire ont une structure remarquablement pœcilitique.

Des filonnets d'épidote, ayant moins de 1 millimètre d'épaisseur, serpentent dans la roche, qui contient en outre un peu de magnétite.

Antérieurement à la quartzification de la pâte, qui ne présente pas de modifications mécaniques, la roche a subi des actions dynamiques puissantes, qui ont brisé les phénocristaux de quartz et de feldspath ; ces cristaux présentent en effet très souvent la structure cataclastique sans que les fragments constitutifs aient été déplacés.

2° TRACHY-ANDÉSITES A HORNBLENDE ET MICA

Lorsqu'on a gravi la colline Jeanne, dans l'île Wandel, et que l'on se dirige vers le sommet Guéguen, l'on rencontre un espace jonché de blocs de toutes tailles, pouvant atteindre un cinquième de mètre cube, dont la surface, attaquée par les agents atmosphériques, est brunâtre et creusée de petites cavités ressemblant souvent à des empreintes digitales. Brise-t-on l'un de ces blocs (185), apparaît une roche assez fraîche, compacte, gris clair, rude au toucher. Dans une pâte grise mouchetée de petits points bruns, sont noyés des cristaux aplatis, généralement ternes, de feldspaths dont la plus grande dimension est de 6 à 7 millimètres et de prismes noirs, allongés, atteignant quelquefois 1 centimètre, de hornblende, plus rarement de biotite.

Quoique je n'aie pu atteindre sous les débris la roche en place, l'abondance de ces blocs sur une aire étroite et nettement limitée, à une altitude de 200 mètres, écarte l'hypothèse de blocs charriés. La dépression formée en cet endroit par l'arête montagneuse permet de songer à l'existence d'un filon dans la diorite qui constitue la montagne.

L'examen microscopique montre une roche microlitique, holocristalline, à phénocristaux de plagioclase, d'amphibole et de mica.

Le plagioclase forme de grands cristaux automorphes maclés suivant la loi de l'albite et généralement zonés avec passage d'une variété plus basique au centre à une plus acide sur les bords. L'angle maximum d'extinction dans la zone de symétrie perpendiculaire à g^1 (*010*) est de 15° environ ; ce feldspath est donc voisin de l'andésine. Ces cristaux présentent la structure en cassette indiquant une fusion suivie de recristallisation, rappelant celle décrite par M. A. Lacroix dans les enclaves du basalte de Saint-Anthème (Plateau Central de la France) : « Leur fusion se produit fréquemment suivant des surfaces curvilignes rappelant les solides limités par les cassures perlitiques de pechsteins. Ces parties fondues recristallisent sous forme de feldspath limpide, orienté sur le cristal ancien qui est trouble et riche en inclusions vitreuses (1). » Ces cristaux s'éteignent sous un plus grand angle dans les parties cicatrisées que sur les bords. Ils contiennent en inclusions un peu de hornblende et de biotite. Leurs fentes sont remplies par de la calcite, de la dolomite et de la limonite secondaires.

L'amphibole est une hornblende commune très pléochroïque, allant du vert jaune pâle au brun clair ; elle se présente en prismes nets, allongés suivant l'axe vertical, souvent maclés suivant h^1 (*100*). L'angle d'extinction dans g^1 (*010*) ne dépasse pas 18°.

Le mica est une biotite brune pléochroïque.

Je n'ai observé que des traces de phénomènes de résorption, ce qui s'accorde bien avec l'hypothèse filonienne.

De petits grains de magnétite sont répandus dans la masse.

La pâte est constituée par des microlites de feldspath en forme de baguettes serrées les unes contre les autres avec tendance à un alignement.

Elles sont de grande taille, plus allongées suivant pg^1 qu'aplaties suivant g^1. Les angles d'extinction sont très faibles. Les cristaux sont généralement maclés suivant la loi de Carlsbad, mais présentent en outre de fines macles de l'albite. Ils appartiennent soit à l'anorthose, soit à une oligoclase à très petits angles d'extinction. Ils sont associés à des cristaux aciculaires, beaucoup plus petits, de hornblende. Les intervalles des microlites feldspathiques sont çà et là remplis par de petites plages xéno-

(1) A. Lacroix, *Les enclaves des roches volcaniques*, Mâcon, 1893, p. 79.

morphes de quartz. Enfin il faut signaler en petite quantité de la calcite et de la limonite, qui remplacent un minéral disparu qui est peut-être de l'augite.

L'analyse faite par M. Pisani conduit aux résultats suivants :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	TiO^2	pf.	Total
63,5	17,2	2,7	1,9	1,1	3,0	5,5	3,2	0,7	1,7	100,5

Les paramètres magmatiques dans la notation de M. Michel Lévy sont les suivants :

$x = 7,9$, $\Phi = 2\ 16$ (alcalino-syénitique), $r = 0,58$ (mésopotassique).
$C' = 0,063$ (méso-alumineux), $\Psi = 4,18$ (ferrique).
$U = 1,53$.

Le calcul conduit à la composition minéralogique virtuelle qui suit :

Quartz			12,24	90,07
Feldspaths	Orthose	18,90	77,83	
	Albite	45,59		
	Anorthite	13,34		
Pyroxènes	SiO^2Mg	2,70	3,40	
	SiO^3Ca	0,70		
Minerais	Magnétite	3,94	5,31	8,71
	Ilménite	1,37		
pf				1,70
				100,48

Cette roche se rapporte au type I, 4, 2, 4 de la classification chimico-minéralogique quantitative : c'est une *lassenose*.

Un terme de passage entre ces trachy-andésites et les andésites franches est fourni par un bloc errant (68) trouvé sur la côte de Port-Charcot, dans l'île Wandel, au pied même de la colline où j'ai rencontré la roche étudiée ci-dessus. Comme aspect extérieur, cette roche diffère complètement de la précédente : elle est de couleur sombre, les phénocristaux y sont rares, altérés et de petite taille ; la pâte est compacte et d'un gris foncé verdâtre.

L'examen microscopique permet d'y reconnaître quelques plages d'un plagioclase très acide, peut-être même d'orthose, en cristaux automorphes aplatis suivant g^1 (*010*), maclés suivant la loi de Carlsbad. Ils sont parfois corrodés et souvent épigénisés d'épidote, de mica blanc et de calcite.

La pâte, à très fins microlites, est essentiellement feldspathique; le plagioclase présente des extinctions longitudinales, très difficiles à mesurer à cause de l'altération de la pâte et de la présence de quartz globulaire secondaire. Il n'existe pas d'éléments colorés dans la pâte. Une analyse micro-chimique met en évidence une grande abondance de potasse.

La magnétite forme des grains très disséminés. On rencontre aussi un peu de chlorite secondaire.

La structure marque quelque tendance à la fluidalité.

3° DACITES ET ANDÉSITES

a. *Dacites.* — Ce n'est que comme blocs errants que nous avons rencontré ce type pétrographique caractérisé par l'abondance de phénocristaux de quartz associés à des plagioclases. Ces blocs rares (147) et de petit volume, trouvés sur la grève occidentale de l'île Wandel, y ont pu être apportés par les glaces flottantes; nous ne pouvons rien dire sur leur gisement.

C'est une roche à structure porphyrique très riche en phénocristaux blanc laiteux de quartz et de feldspath semés dans une pâte gris foncé. Les phénocristaux ont en moyenne 3 millimètres de plus grand diamètre et ne dépassent pas 5 millimètres. On remarque dans la roche des enclaves de couleur sombre, à peu près dépourvues de cristaux porphyriques; elles varient de la grosseur d'un pois à celle d'une grosse noix.

Les phénocristaux de feldspath, maclés suivant la loi de l'albite et s'éteignant sous des angles très faibles, appartiennent à l'oligoclase ou à une andésine acide. Ils sont très corrodés, et souvent leurs contours sont arrondis. Leurs plages sont marbrées de traînées sombres et sont piquetées de damourite.

Les phénocristaux de quartz rappellent ceux des rhyolites; ils sont bipyramidés, généralement très corrodés et plus ou moins arrondis, avec golfes profonds remplis par la pâte.

Quant à la pâte, qui est à grain fin, elle est envahie par des plages extrêmement fines de quartz. Il existe aussi du feldspath, mais si mal individualisé que je n'ai pu le déterminer avec précision; j'ai dû recourir

à l'examen micro-chimique pour m'assurer qu'il est constitué par un plagioclase et non par de l'orthose.

A noter une assez grande abondance de petites lamelles chloriteuses, vertes, disséminées dans la pâte ou groupées avec des grains de magnétite sur le squelette d'un ancien silicate ferro-magnésien.

On rencontre quelques zircons et un peu de calcite secondaire.

Cette roche, par l'abondance du quartz et du plagioclase, correspondrait assez bien à nos diorites quartzifères, dont elle serait la forme microlitique.

Les noyaux de couleur sombre qui constituent les enclaves (147 *bis*) ont une composition analogue, mais contiennent très peu de phénocristaux et, dans la pâte, les microlites sont plus distincts; nous avons donc là une variété de dacite plus microlitique. La roche n'est pas moins altérée que la précédente, mais le quartz y forme des îlots composés de gros grains seuls ou associés avec de la chlorite. Ces îlots sont entourés par une zone jaunâtre criblée de petits grains de magnétite, ce qui indique la présence ancienne d'un cristal disparu ou d'une cavité.

La pâte est riche en verre, parsemée de microlites altérés d'andésine et de petits grains de quartz ; elle est toute ponctuée de lamelles chloriteuses et de grains de magnétite.

b. *Andésites.* — Je réunis dans ce groupe une série de roches assez différentes les unes des autres, qui présentent toute la caractéristique commune d'être microlitiques et dont, en outre, les microlites feldspathiques sont constitués par des plagioclases acides.

Elles offrent des degrés de fraîcheur extrêmement irréguliers. Les unes, âpres au toucher, possèdent des feldspaths vitreux et offrent tous les caractères de roches volcaniques d'âge récent. Les autres, au contraire, sont plus profondément altérées, avec des feldspaths à aspect terne, piquetés de produits secondaires, mica, épidote, etc. ; elles ont un facies ancien. Malheureusement, aucune observation géologique sur le terrain ne permet de déterminer l'âge relatif de ces différentes roches. La seule donnée précise que j'ai recueillie à cet égard est qu'une partie des roches à facies ancien forment des filons dans les granites et les diorites, tandis que je n'ai trouvé en place aucune des autres, qui constituent des blocs

roulés, forme sous laquelle d'ailleurs j'ai recueilli aussi plusieurs types comparables à ceux rencontrés en filons (1).

Je décrirai d'abord les roches recueillies en place sous forme de filons, et j'y joindrai les roches analogues trouvées uniquement en blocs, mais pouvant, par analogie avec les précédentes, être considérées comme provenant de gisements voisins.

Dans une deuxième catégorie, je m'occuperai des échantillons qui n'ont été recueillis qu'en blocs.

Je n'attache à cette division qu'une valeur purement descriptive.

J'ai mis à part ci-dessus une roche qui, bien que n'ayant été rencontrée qu'exceptionnellement et non en place, offre un intérêt spécial par son acidité beaucoup plus grande et sa richesse en quartz, et qui constitue une véritable dacite.

Première catégorie : Roches en place. — Ces roches se présentaient généralement à l'état de filons assez étroits d'une coloration verdâtre plus ou moins foncée, dans les massifs de granite ou de diorite. Elles sont toutes très altérées; aussi ai-je pensé qu'une analyse chimique ne serait, dans ces conditions, que d'un médiocre intérêt. J'ai préféré faire analyser un échantillon, qui, bien que provenant d'un bloc errant, était dans un état de fraîcheur relative et pouvait ainsi donner des indications magmatiques de quelque valeur. Cette analyse se trouvera donc avec les roches de la deuxième catégorie.

Andésite micacée. — Sur l'île Lund, située au sud de l'île Wandel, devant la Terre de Graham, de nombreux filons d'aspect foncé, gris ou verdâtre, traversent le granite à amphibole.

De la partie sud de l'île, nous avons rapporté deux échantillons de ces roches filoniennes. Ce sont des andésites micacées.

Le premier (280), d'une couleur gris de fer, possède une texture compacte, à facies basaltique, dans laquelle, même à la loupe, on ne distingue aucun phénocristal.

(1) Notons qu'une difficulté du même ordre a été rencontrée dans l'étude des roches du cap Horn par M. le Dr Hyades, qui s'exprime ainsi : « Les données stratigraphiques nous faisant défaut pour déterminer l'âge géologique de ces roches, la pétrographie ne nous fournit également aucun document positif qui permette de trancher la question » (*Mission scientifique du cap Horn*, t. IV, Géologie, p. 37).

Au microscope, on voit que cette roche consiste uniquement en une pâte holocristalline à éléments fins. Les microlites de plagioclase ont leurs bords irréguliers, et leurs angles d'extinction les rapportent au groupe de l'oligoclase ; peut-être même existe-t-il un peu d'orthose. Ce feldspath est accompagné de biotite et d'une amphibole vert pâle. La biotite constitue des lamelles extrêmement petites, présentant parfois des contours arrondis et ressemblant plus à un mica de schiste micacé que de roche éruptive. Ce minéral se trouve aussi bien englobé dans les feldspaths qu'accolé sur leurs cristaux. Il en est de même de l'amphibole, qui est d'un vert très pâle, offrant un aspect actinolitique et constituant des nodules ou des filaments d'apparence secondaire.

La titanomagnétite est en grains fort nombreux.

Cette roche présente des affinités lamprophyriques extrêmement nettes et doit peut-être être considérée comme une variété de kersantite à grain très fin et relativement pauvre en mica.

Le second échantillon (279) est constitué par une roche plus compacte encore, dans laquelle on distingue des microlites de feldspath à contours vagues, à extinction longitudinale, envahis ainsi que la pâte par une ponctuation très fine de mica secondaire.

La roche est très riche en petits grains de titanomagnétite. Elle est traversée par des veinules remplies par du quartz et de l'amphibole actinolitique.

Andésite à labrador. — Dans l'archipel des îles Argentina, situé à hauteur du cap Tuxen, sur la Terre de Graham, nous avons campé sur un îlot formé par une andésite à labrador (277). Ici la roche est altérée, débitée en prismes à faces planes ; elle est compacte, d'une coloration vert-olive, avec des traînées blanches de feldspath altéré ; la cassure est cireuse.

Au microscope, les phénocristaux de feldspath apparaissent décomposés, transformés en partie en mica blanc et en calcite ; ils sont constitués par du labrador. Ils sont accompagnés de grands cristaux à formes nettes qui sont celles d'un pyroxène allongé suivant l'axe vertical. Le minéral originel a disparu ; il est transformé en une sorte de bastite verte, à extinction longitudinale, presque unipaxe, dont la bissectrice *np* est perpendiculaire à une face de la zone d'allongement.

La pâte est méconnaissable par suite d'altérations; elle est imprégnée de produits secondaires, ponctuée de quartz et d'épidote.

Les grains de titanomagnétite sont transformés en sphène secondaire. Des essais micro-chimiques démontrent l'abondance de la chaux et de la soude en même temps que la très grande rareté de la potasse, de telle sorte que je rapporte cette roche au groupe des andésites.

Andésite augitique à hornblende. — Certains filons qui traversent la diorite de la baie de Biscoe, dans l'île d'Anvers, sont constitués par de l'andésite. Au cours d'un débarquement effectué sur une pointe basse, au fond de cette baie, j'ai pu recueillir un échantillon en place (495). C'est une roche compacte, de coloration verdâtre, tachetée de petits cristaux d'un blanc terne de plagioclase et de prismes noirs miroitants de hornblende, pouvant atteindre 1 centimètre de longueur.

L'examen microscopique en fait une andésite augitique à hornblende et plagioclase.

Le feldspath des phénocristaux se présente en plages corrodées, à bords peu nets. Il montre la macle de Carlsbad et celle de l'albite et semble appartenir à un plagioclase voisin du labrador. Le petit nombre de ces cristaux et le peu de visibilité des macles laisse de l'incertitude dans cette détermination.

L'amphibole est une hornblende commune brunâtre, en prismes bien formés, allongés suivant l'axe vertical; l'angle d'extinction dans m (*110*) est de 15°, ce qui porte à estimer l'angle maximum d'extinction dans g^1 (*010*) comme compris entre 20 et 25°; la macle h^1 est fréquente; la biréfringence et le pléochroïsme sont faibles. Elle n'est pas résorbée.

La pâte est constituée par des microlites de plagioclase (andésine) et d'augite. Ils sont enchevêtrés, sans structure fluidale.

La roche est imprégnée d'épidote avec un peu de quartz. L'épidote s'observe soit dans les plagioclases, soit dans la pâte. Elle forme à elle seule des veinules dans la roche.

M. A. de Romeu (1) a étudié toute une série de roches analogues qui constituent de nombreux filons dans les terrains anciens et dans le granite des Pyrénées. Elles s'y présentent uniquement en filons; leur teinte foncée

(1) A. de Romeu, Les roches filoniennes paléozoïques non granitiques des Pyrénées, p. 67.

permet de les reconnaître immédiatement sur le terrain ; elles sont d'âge paléozoïque.

Notre roche constituerait dans cette série un type très net de passage entre les deux types que M. de Romeu a appelés type Lac Bleu et type Vallée du Lys. Le type Lac Bleu est une diabase intersertale; c'est une roche à cristaux de plagioclase basique (labrador) allongés suivant pg^1 et comprenant entre eux des plages ou des grains d'augite. Le type Vallée du Lys est une microdiorite à labrador et hornblende. Par son premier temps, notre roche est à rapprocher de cette dernière, tandis que par son deuxième temps elle est comparable à certains échantillons intersertaux du Lac Bleu.

Andésite feldspathique. — Sur la côte ouest de l'île Wandel, le granite à amphibole est traversé par un certain nombre de filons andésitiques plus ou moins épais ; l'un d'eux, large de $0^m,90$ environ, nous a fourni une andésite augitique (234). Ce filon, malheureusement dans un état de décomposition déjà avancée, est débité en prismes rectangulaires par une série de fissures perpendiculaires et parallèles aux salbandes.

C'est une roche noirâtre, légèrement teintée de jaune, d'aspect finement cristallin, sur la cassure de laquelle on voit miroiter de très petites lamelles feldspathiques ; l'on aperçoit aussi quelques rares phénocristaux de feldspath altéré, colorés en brun foncé.

L'examen microscopique montre que la roche est presque entièrement feldspathique. Les phénocristaux de feldspath sont automorphes; les formes observées sont g^1 (010), p (001), $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$, m $(1\bar{1}0)$, t (110) ; elles sont aplaties suivant g^1, un peu allongées suivant l'arête pg^1. L'extinction est de 11° dans g^1 ; c'est donc une andésine basique. Ils renferment souvent des inclusions vitreuses disposées par zones.

Les microlites de la pâte sont d'assez grande taille, à formes nettes, très aplatis suivant g^1. Les lamelles g^1 sont limitées par les faces p et a^1 ou $a^{1/2}$. Ils s'éteignent sous un angle maximum de 18°; c'est donc de l'andésine-oligoclase, mais avec une zone extérieure plus acide.

Ces cristaux ont pu prendre leurs formes nettes grâce à l'existence d'un verre actuellement presque exclusivement transformé en ponctuations de chlorite. Il existe en outre une petite quantité de calcite.

On trouve enfin des traces d'un métasilicate entièrement chloritisé. La magnétite est en petits grains noirs peu abondants.

Andésite à structure fluidale. — Dans la baie de la Salpêtrière (île Wandel), les roches moutonnées, qui émergent sur la côte en bordure de la calotte de glace et qui sont constituées par un granite à amphibole, sont coupées par des filons peu épais d'une roche compacte, de couleur vert clair, piquetée de points d'un vert plus foncé (198) ; elle se détache en feuillets légèrement conchoïdaux et fait effervescence aux acides.

Examinée au microscope, elle montre des microlites de feldspath altérés, allongés suivant pg^1, maclés suivant la loi de l'albite ; leur maximum d'extinction est d'environ 16° ; ils appartiennent donc à l'andésine-oligoclase.

Tous les éléments de la roche sont imprégnés d'épidote, de calcite et d'une chlorite appartenant au groupe de la pennine. Ces minéraux, distribués uniformément dans la roche, épigénisent un verre entièrement disparu et probablement aussi des éléments colorés aujourd'hui tout à fait méconnaissables.

Il n'existe plus actuellement dans cette roche aucune trace de magnétite.

Brèche ignée. — La région septentrionale de l'île Lund, formée par une diorite quartzifère, est traversée par un certain nombre de filons d'aspect sombre constitués par une roche volcanique, qui, malgré son état de décomposition avancé, paraît être une brèche ignée (254). Des masses plus considérables, d'un aspect analogue, forment quelques falaises de cette île ; elles semblent appartenir à la même roche ; mais je n'ai pu m'en procurer des échantillons.

C'est une roche noire, dans laquelle on distingue à la loupe des phénocristaux de petite taille de feldspath et de fines piqûres brillantes de magnétite.

L'examen microscopique montre qu'elle est constituée par une pâte dont les divers fragments présentent des structures différentes.

La plus grande partie de la roche est formée par une andésite originellement très vitreuse, à microlites filiformes ; d'autres fragments sont formés encore par une andésite, mais plus cristalline, à structure pilotaxitique,

variable de types. D'un point à un autre, cette roche offre des différences de structure notables, alors que les variations de composition minéralogique sont minimes.

Toute la roche est ponctuée de nombreuses paillettes trop petites pour qu'on puisse les déterminer par l'examen en lumière convergente ; mais un essai microchimique montre l'abondance de la potasse et permet de penser que l'on est en présence de biotite verte et non de chlorite.

La roche contient en outre du quartz secondaire et une assez grande quantité de magnétite en grains ou en cristaux.

Cette roche ne paraît pas être une brèche de friction produite dans un filon. Les fragments sont comme fondus dans la masse qui les englobe et donnent l'impression de portions du même magma consolidées dans la profondeur, puis brisées par l'ascension et ressoudées postérieurement.

Deuxième catégorie : Roches en blocs. — Andésite à hornblende. — Parmi les blocs errants recueillis sur la grève près de Port-Lockroy, dans le chenal de Roosen, j'ai rencontré un fragment de roche, à angles émoussés, semblant provenir d'une moraine (464). La cassure fraîche, rude au toucher, montre une pâte gris clair semée de fines baguettes noires d'amphibole, sur lesquelles on distingue les faces m (*110*) et g^1 (*010*), et de quelques cristaux d'un blanc jaunâtre, aplatis, de feldspath. Les surfaces exposées à l'air sont légèrement jaunâtres.

Au microscope, on constate que la roche est une andésite à hornblende. Elle est microlitique, sans fluidalité apparente, et contient un peu de verre.

Les phénocristaux de feldspath sont aplatis suivant g^1 (*100*) et atteignent 3 millimètres de diamètre ; ils présentent parfois la macle de Carlsbad ainsi que celle de l'albite ; l'extinction maxima dans la zone de symétrie est d'environ 26° ; c'est donc un labrador. Ils possèdent souvent en grande abondance des inclusions originelles vitreuses, actuellement transformées en une chlorite vert pâle à structure sphérolitique ; elles sont souvent régulièrement orientées, occupant tantôt le centre des cristaux, tantôt des zones extérieures. Certains cristaux sont faculés d'une zéolite indéterminable.

L'amphibole est une hornblende commune, en cristaux généralement

allongés suivant l'axe vertical ; leurs dimensions sont très variables, allant depuis les plus fines aiguilles jusqu'à des baguettes de 6 millimètres de longueur. La macle h^1 (*100*) y est fréquente. La biréfringence est faible ; le pléochroïsme est peu intense :

n_g = jaune brun ;
n_m = jaune brun ;
n_p = jaune grisâtre,

avec

$$n_g > n_m > n_p.$$

Ce minéral ne présente pas de traces de résorption.

Les microlites de plagioclase ont une extinction maxima de 22° dans la zone de symétrie ; ils sont donc compris entre l'andésine et le labrador. Ils sont entremêlés de quelques microlites de hornblende, qui paraît ainsi non seulement dans le premier temps de consolidation, mais aussi dans le deuxième, et de magnétite qui existe aussi en cristaux plus gros.

Comme produit secondaire, il n'y a à signaler que la chlorite, dont il a été question plus haut ; elle forme des rosettes à allongement positif, possédant la biréfringence de la delessite. Elle se développe non seulement sur le plagioclase, mais aussi dans la pâte de la roche.

Cette roche, bien que présentant des phénomènes d'altération, doit être considérée comme assez fraîche et comme ayant le facies d'une roche volcanique récente. Toutefois, l'absence complète de phénomènes de résorption dans l'amphibole laisse à supposer qu'elle doit provenir d'un filon.

L'analyse, faite par M. Pisani, donne :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	TiO^2	pf.	Total	P^2O^5
54,61	19,10	3,65	3,73	3,06	6,51	4,34	1,27	1,66	2,63	100,56	0,32

Les paramètres magmatiques, dans la notation de M. Michel Lévy, sont les suivants :

$s = 14{,}2$, $\Phi = 2{,}72$ (syénitique), $r = 0{,}30$ (mégasodique).
$C' = 0{,}05$ (méga-alumineux), $\Psi = 2{,}46$ (magnésien).
$U = 1{,}14$.

La composition minéralogique virtuelle qui en découle est la suivante :

Quartz		3,54		
Feldspaths	Orthose	7,78	72,84	76,38
	Albite	36,15		
	Anorthite	28,91		

Pyroxènes	SiO^3Mg	7,60	10,57	19,10
	SiO^3Ca	1,39		
	SiO^3Fe	1,58		
Minerais	Magnétite	5,34	8,53	
	Ilménite	3,19		
	pf			2,63
				98,11

Cette roche se rapporte au type II, 5, 3, 4 de la classification chimico-minéralogique américaine : c'est une *andose*.

Le plagioclase moyen, calculé d'après les données ci-dessus, est déterminé par le pourcentage :

Albite	55 p. 100
Anorthite	45 —

c'est-à-dire environ 2,5 : 2; il est donc compris entre l'andésine et le labrador.

On trouve des roches de composition chimique analogue sur toute la longueur de l'axe montagneux de l'Amérique, tant dans les chaînes de l'ouest de l'Amérique du Nord que dans les Andes de l'Amérique du Sud.

C'est ce que montrent les quelques analyses suivantes de roches qui, bien que possédant des compositions minéralogiques différentes, appartiennent toutes au type andose. C'est un excellent exemple de la consanguinité des roches de toute cette province pétrographique, et une preuve de plus que cette province s'étend sur la Cordillère antarctique :

a. Andésite à hornblende de l'Antarctique ;

b. Andésite du Cotopaxi (Équateur), éruption de 1885 (M. J.-W. Mallet) ;

c. Andésite à hornblende de l'île Bogoslof (Alaska) (M. G.-P. Merrill) ;

d. Diorite quartzifère de Sweet Grass Creek, Crazy Mountains (Montana) (M. J.-E. Wolff) ;

e. Basalte du mont Washburn (Yell. Nat. Park) (M. J.-P. Iddings).

	a.	*b*.	*c*.	*d*.	*e*.
SiO^2	54,61	56,89	56,07	53,48	53,75
Al^2O^2	19,10	19,72	19,06	19,35	20,75
Fe^2O^3	3,65	4,06	5,39	2,37	4,50
FeO	3,73	3,65	0,92	4,90	3,53
MgO	3,06	1,91	2,12	3,67	3,76
CaO	6,51	5,87	7,70	7,55	7,18
Na^2O	4,34	5,14	4,52	4,07	4,16
K^2O	1,27	1,96	1,24	1,41	1,37

TiO^2	1,66	tr.	1,24	1,07	»
pf	2,63	0,62	0,99	0,80	1,55
	100,56	99,82	99,25	98,67	100,55
P^2O^5	0,32		0,16	0,62	

Andésite quartzifère. — A côté des andésites proprement dites, que nous venons d'étudier, se placent des types plus acides contenant une certaine proportion du silice libre et qui font le passage aux dacites.

Un de ces types nous est fourni par un bloc errant, de petit volume, rencontré sur la côte occidentale de l'île Doumer, dans le chenal de Roosen (476). C'est une roche à structure porphyrique, formée par une pâte d'un blanc laiteux, légèrement verdâtre, dans laquelle sont noyés de grands cristaux feldspathiques atteignant 5 à 6 millimètres de plus grande dimension et de fines baguettes d'amphibole de 2 à 3 millimètres de longueur ainsi que quelques cristaux de pyrite.

L'examen microscopique montre une roche altérée, à deux temps de consolidation. Au premier temps appartiennent des cristaux automorphes de plagioclase et d'amphibole. Le plagioclase, remarquable par la netteté de ses formes, est riche en inclusions d'épidote. Il est maclé suivant la loi de l'albite, plus rarement suivant la loi de Carlsbad ; l'angle maximum d'extinction dans la zone de symétrie est d'une dizaine de degrés; c'est donc une andésine-oligoclase à 30 p. 100 d'anorthite.

L'amphibole est une horblende commune maclée suivant h^1 (*100*) et s'éteignant sous un angle très faible ; ses teintes de pléochroïsme sont :

n_g = brun clair ;
n_m = brun clair ;
n_p = brun pâle,

avec

$$n_g > n_m > n_p.$$

Le deuxième temps de consolidation est représenté par une pâte à peu près holocristalline, formée par des microlites de plagioclase associés à des grains de quartz. Le plagioclase est une oligoclase s'éteignant sous un angle très faible. Le quartz se présente en plages pœcilitiques moulant les microlites feldspathiques ; c'est du quartz globulaire typique.

On rencontre aussi des nids de quartz et d'épidote. La chlorite épigénise un métasilicate disparu. Le sphène secondaire (leucoxène) épigénise la

titanomagnétite. Enfin çà et là on aperçoit de la calcite secondaire et des cristaux de pyrite

Andésite amphibolique et micacée à labrador (passage aux microdiorites). — Cette roche provient d'un bloc errant trouvé sur la grève d'une petite presqu'île voisine de Port-Lockroy, dans l'île Wiencke (463). Le gisement n'a pu être trouvé ; mais la roche est intéressante en elle-même par sa composition, qui la rapproche des microdiorites.

Elle est d'aspect sombre, gris de fer. A l'œil nu, on reconnaît, dans une pâte grise compacte, de petites taches d'un blanc laiteux de feldspath altéré et des prismes allongés d'un silicate ferro-magnésien, atteignant 4 millimètres de longueur. De petits amas de chalcopyrite font çà et là des mouchetures jaune d'or.

Au microscope, la roche est caractérisée par ses grands cristaux de plagioclase (labrador) noyés dans une pâte holocristalline, où les microlites de feldspath (andésine) sont peu nombreux, tandis qu'abondent la biotite et l'amphibole, un peu de quartz secondaire moulant le tout. C'est donc une andésite amphibolique et micacée à labrador.

Le feldspath des phénocristaux est un labrador s'éteignant sous un angle maximum de 28° ; les cristaux sont rarement idiomorphes ; leur accroissement semble avoir continué pendant la consolidation de la pâte ; ils sont maclés suivant la loi de l'albite et celle de Carlsbard et sont généralement zonés ; le centre est clair, mais entouré d'une couronne d'altération formée de minuscules cristaux de calcite et de mica.

Le silicate ferro-magnésien est une amphibole verte, fibreuse, très pléchroïque, s'éteignant sous un angle voisin de 20° ; elle présente la macle $h^1(100)$; les bords sont déchiquetés, et elle renferme en inclusions des paillettes de mica et des produits chloritiques ou serpentineux. Cette hornblende est vraisemblablement le produit d'ouralitisation d'une augite qui a complètement disparu.

Le feldspath de la pâte se présente en microlites allongés à bords irréguliers, maclés suivant la loi de l'albite, s'éteignant sous un angle maximum de 25° ; c'est une andésite en bon état de conservation.

Ces petits cristaux sont enchevêtrés, et les intervalles sont occupés par des cristaux plus ou moins idiomorphes d'une hornblende verte sem-

blable à celle des grands cristaux de la biotite brune. On rencontre aussi un peu de quartz à l'état interstitiel, moulant le feldspath.

La magnétite est peu abondante.

La structure a une tendance à devenir ophitique ; la cristallisation du feldspath a précédé celle du métasilicate.

L'abondance des éléments ferro-magnésiens dans cette roche la fait évoluer du côté des lamprophyres, dont elle se distingue cependant par le grand nombre des phénocristaux de plagioclase. Cette roche semble devoir être attribuée à un filon, et il est très probable, d'après sa composition, que ce filon est apparenté aux diorites.

Brèche andésitique. — Sur la petite grève laissée à découvert, à marée basse, dans la baie de la Salpêtrière, à l'île Wandel, j'ai rencontré une brèche andésitique (182). Elle formait un bloc roulé de 25 centimètres de diamètre, dont je n'ai pu retrouver le gisement ; celui-ci ne peut cependant être éloigné, car, à défaut d'arguments géologiques, l'examen minéralogique montre que ce bloc appartient à cette région ; il contient en effet de nombreuses enclaves de granite identique à celui qui constitue la colline du Cairn.

Cette brèche est constituée par un assemblage de gros fragments de granite d'un blanc rosé, atteignant la grosseur d'une noix, et de morceaux de petite taille d'une andésite, de couleur vert foncé ; le tout est cimenté par une pâte d'un gris verdâtre.

La roche est toute imprégnée de pyrite.

Examinée au microscope, l'andésite présente des aspects variables. Tantôt ce sont des fragments presque entièrement feldspathiques, constitués par de fins microlites d'andésine, serrés les uns contre les autres avec une apparence fluidale ; c'est la structure pilotaxitique de Rosenbusch. Tantôt c'est une andésite très vacuolaire, dont les cavités sont remplies par de la chlorite. Certains fragments enfin appartiennent à une andésite à quartz globulaire.

A côté des fragments de granite, on rencontre également des débris des minéraux du granite.

Quant au ciment de cette brèche, il est très altéré, imprégné d'épidote, de ponctuations de chlorite et de quartz. On y rencontre en outre des

cristaux brisés de plagioclase et des filonnets ou des boutonnières d'épidote, enfin du sphène secondaire, des cristaux de magnétite et de pyrite.

Il est possible que la pâte soit formée elle-même par une roche très vitreuse ; la chlorite occuperait la place du verre disparu ; on aurait alors une brèche ignée ; mais l'état de décomposition est tel qu'il serait téméraire de l'affirmer.

Brèche andésitique. — Dans l'île Wandel également, sur le bord de la baie de Port-Charcot, au pied du pic Louise, j'ai trouvé un autre bloc bréchiforme (75) contenant des fragments d'andésite qui se rapprochent de ceux que nous étudions plus haut (182). Mais ici les fragments sont beaucoup plus petits, et l'on ne rencontre pas de débris granitiques. La roche a un aspect foncé produit par le grand nombre de petits fragments noirs d'andésite soudés par une pâte gris verdâtre, elle-même semée de grains de quartz et de phénocristaux feldspathiques à cassure miroitante.

Le microscope montre le grand nombre des variétés d'andésite qui constituent les fragments, les unes à microlites d'andésine fins, serrés, à structure fluidale marquée, presque holocristallines, les autres vacuolaires, riches en matière amorphe chloritisée, les cavités étant remplies souvent par de la chlorite et entourées d'une auréole de grains de magnétite ; d'autres enfin riches en quartz globulaire.

Le ciment est constitué par de très fines ponctuations de quartz, d'épidote, qui épigénise peut-être du verre, et de produits chloriteux assez biréfringents, se rapprochant du groupe de la délessite. Il contient en outre des phénocristaux de plagioclase corrodés, ployés par efforts dynamiques, et des débris de quartz.

La chlorite se trouve aussi en traînées plus ou moins régulières. La magnétite et la pyrite se montrent soit en pointillé très abondant, soit en cristaux.

Brèche ignée. — Les brèches que nous venons d'étudier sont tellement décomposées que l'on ne peut préciser leur origine. Sont-ce des brèches de projections, c'est-à-dire des agglomérations de produits rejetés et plus ou moins remaniés, cimentés par des actions secondaires ? Ou bien sont-ce des brèches ignées, produites par un magma ayant coulé, qui a englobé des

fragments de roches étrangères? On ne peut répondre de façon certaine.

Cependant nous avons un exemple de véritable brèche ignée. Il provient d'un bloc, d'un quart de mètre cube environ, trouvé sur la côte ouest de l'île Wandel (129). La roche a l'aspect scoriacé. Les vacuoles qu'elle renferme sont remplies par une matière terreuse brune.

Cette roche est essentiellement constituée par une pâte brune altérée (éléments très fins de quartz et de feldspath), mais dans laquelle, à l'œil nu, on distingue une structure fluidale très nette, due à la distribution originelle de grains très petits d'une véritable poussière de magnétite. Le verre originel (il a entièrement disparu) semble avoir été très visqueux. Les traînées fluidales contournent les nombreux grands cristaux de plagioclase, qui appartiennent à une andésine assez acide (angle maximum d'extinction dans la zone de symétrie, 15°). Il existe en outre des moules d'un élément ferro-magnésien actuellement remplacé par de la calcite et des filonnets de magnétite.

Il est impossible de voir aucun élément feldspathique dans la pâte, et je ne rattache cette roche aux andésites que par analogie avec celles qui sont étudiées dans ce mémoire et parce que les grands cristaux de feldspath sont uniquement des plagioclases.

Il existe des boutonnières de quartz secondaire, des taches de limonite. Enfin cette roche englobe un nombre considérable de débris andésitiques : andésites plus ou moins quartzifères de structures variées.

Brèche andésitique à éléments fins. — Au fond de la baie de Port-Lockroy, nous avons recueilli un petit bloc constitué par un tuf andésitique très altéré (364).

La roche est d'un vert pâle, bulleuse par endroits, semée de petits noyaux jaunâtres. Examinée au microscope, elle montre des fragments de roche andésitique décomposée, quoique les microlites soient encore visibles, et des phénocristaux épigénisés de chlorite et d'épidote, ayant appartenu sans doute à cette même andésite ; les formes parfois bien conservées permettent de reconnaître des feldspaths et des pyroxènes. Les fragments présentent de nombreuses variétés tant par leur richesse plus ou moins grande en phénocristaux ou en microlites que par la proportion de matière amorphe qu'ils renferment ou l'alignement fluidal des microlites.

Tous ces fragments sont soudés par une matière tantôt vitreuse, tantôt colloïde, légèrement verdâtre par serpentinisation, au milieu de laquelle nagent des microlites d'oligoclase, de petits grains de quartz, des produits secondaires, chlorite, épidote, calcite. On rencontre de petits débris de quartz microgranulitique à grains fins.

Les vacuoles des régions bulleuses sont remplies par de la chlorite, de l'épidote et quelquefois par du quartz.

4° LABRADORITES

Les labradorites que j'ai rencontrées appartiennent, au point de vue géologique, à deux types : les unes proviennent de filons ; les autres formaient des blocs errants ; mais je n'ai aucune indication qui permette d'en faire des roches d'épanchement.

Je les diviserai en deux groupes :

1° Des roches à deux temps de consolidation, à facies volcanique ; elles se montrent soit en filons, soit en blocs ;

2° Des roches n'ayant pas ou ayant peu de phénocristaux, avec des microlites plus gros que les précédentes, c'est-à-dire présentant un seul temps de consolidation ; elles évoluent vers les diabases ; elles forment uniquement des filons.

a. *Labradorites à deux temps de consolidation.* — J'ai pris pour type de ce groupe un échantillon récolté dans les filons qui traversent la diorite quartzifère du Port-Lockroy, dans l'île Wiencke (36).

C'est une roche de couleur sombre, gris de fer, dont la cassure miroite, constellée d'une quantité de cristaux de plagioclase noyés dans une pâte compacte ; on y voit aussi à l'œil nu quelques cristaux d'amphibole.

Au microscope, on reconnaît une roche holocristalline, à structure porphyroïde, et l'examen en fait une labradorite augitique.

Les phénocristaux de plagioclase ont des formes nettes et atteignent 4 à 5 millimètres de plus grand diamètre. Ils sont zonés et maclés suivant les lois de l'albite, de Carlsbad et de la péricline ; les deux premières macles sont visibles à l'œil nu. Ils sont aplatis suivant g^1 (*010*), et souvent plusieurs individus sont accolés les uns aux autres avec la même orientation. Le maximum d'extinction dans la zone perpendiculaire à g^1 est

d'environ 30° ; on doit donc rapporter ce feldspath au labrador Ab_1An_1. Ces cristaux sont frais en général, mais quelquefois présentent des zones dans lesquelles se sont développés quelques minéraux secondaires, quelques micas, mais qui sont très nettement d'anciennes zones riches en inclusions vitreuses transformées ; en effet, dans ces zones, on rencontre fréquemment de petits grains de magnétite. Le feldspath contient parfois un peu d'amphibole en inclusions.

L'amphibole est une hornblende vert très pâle, presque incolore, très peu pléochroïque. Les cristaux sont corrodés, souvent bordés par une zone brune. Ils présentent la macle h^1 (*100*) souvent à l'état polysynthétique et sont épigénisés par des lamelles de biotite tantôt orientées régulièrement, tantôt disposées de façon quelconque. Cette amphibole donne l'impression d'une amphibole d'ouralitisation ; en effet, les sections transversales qu'on rencontre ont des formes de pyroxène, sans que j'aie cependant jamais trouvé ce minéral lui-même ; de plus, les propriétés de cette amphibole sont quelque peu anormales et la portent vers la variété actinolitique. La pâte est composée d'éléments très fins, microlites de plagioclase, grains de pyroxène et d'amphibole, lamelles de biotite. Le plagioclase est en petites baguettes allongées, à bords irréguliers, présentant la macle de l'albite ; l'angle maximum d'extinction dans la zone d'allongement est voisin de 28° ; c'est donc un labrador Ab_1An_1, comme le feldspath porphyrique, mais il est un peu plus acide. Le pyroxène est de l'augite, d'un vert pâle, non pléochroïque, en grains ou en petits cristaux. L'amphibole est la même que celle des phénocristaux. La biotite est disséminée en fines lamelles, mais on rencontre aussi des nids de ce même minéral. Il faut ajouter à ces éléments des grains extrêmement petits de magnétite et quelques grains de quartz.

L'analyse, faite par M. Pisani, a donné :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	TiO^2	pf.	Total	P^2O^5
56,10	19,81	2,07	5,15	3,44	7,20	3,55	1,08	0,76	0,75	99,91	tr.

Dans la notation de M. Michel Lévy, les paramètres magmatiques sont les suivants :

$x = 15{,}1$, $\Phi = 3{,}0$ (alcalino-granitique), $r = 0{,}3$ (mégasodique),
$C' = 0{,}02$ (méga-alumineux), $\Psi = 2{,}12$ (magnésien).
$I = 1{,}0$.

La composition minéralogique virtuelle qui découle de ces données est la suivante :

Quartz			7,62	
Feldspaths	Orthose	6,67	71,53	79,15
	Albite	30,39		
	Anorthite	34,47		
Pyroxènes	SiO^3Mg	8,60	15,65	20,49
	SiO^3Ca	0,58		
	SiO^3Fe	6,47		
Minerais	Magnétite	3,02	4,54	
	Ilménite	1,52		
pf				0,75
				100,09

Cette roche se rapporte au type II, 5, 4, 3 de la classification chimico-minéralogique américaine : c'est une *hessose*.

Le plagioclase moyen calculé donne le rapport de l'anorthite à l'albite :

Albite	46,8 p. 100
Anorthite	53,2 —

c'est-à-dire 0,35 : 1 ; c'est donc un labrador, ce qui est confirmé par l'examen minéralogique.

Il est intéressant de mettre en regard de ces chiffres deux analyses qui, quoique se rapportant à des roches de compositions minéralogiques assez différentes, ont une composition chimique très voisine :

a. Labradorite à hornblende de l'île Wiencke ;

b. Andésite à hypersthène de Franklin Hill, Plumas County, Californie (H.-W. Turner) ;

c. Andésite à hornblende de Kosona, Methana, Grèce (H.-S. Washington).

	a.	*b*.	*c*.
SiO^2	56,10	56,88	55,83
Al^2O^3	19,81	18,25	18,96
Fe^2O^3	2,07	2,35	5,64
FeO	5,15	4,45	3,23
MgO	3,44	4,07	2,76
CaO	7,20	7,53	7,40
Na^2O	3,55	3,29	3,12
K^2O	1,08	1,42	1,17
TiO^2	0,76	0,45	0,32
pf	0,75	0,50	1,20
	99,91	99,19	99,63
P^2O^5	tr.	0,30	»

Dans la classification chimico-minéralogique américaine, les deux premières roches se rapportent au type II, 5, 4, 3 dénommé *hessose*, la troisième au type II, 4, 4, 3 ou *bandose* ; celle-ci diffère donc par le chiffre de l'ordre ; mais il faut remarquer que le rapport $\frac{Q}{F}$ du quartz aux feldspaths, qui détermine l'ordre, est ici très voisin de la valeur limite 0,14 :

$$a = 0{,}10; \qquad b = 0{,}13, \qquad c = 0{,}19;$$

il suffit d'une faible variation de la teneur en SiO^2 libre pour faire passer la roche d'un ordre dans l'autre.

Si l'on calcule la place occupée par ces roches dans la classification américaine, non plus avec le procédé de calcul complet, mais à l'aide de la méthode abrégée de M. Michel Lévy, on obtient un résultat différent du précédent : les trois roches rentrent dans le type bandose (II, 5, 4, 3). Il est facile de voir quelle est la cause de cette différence, qui ne se rencontre que dans le cas réalisé ici, où les roches se trouvent à des limites de divisions. Ici, ce sont les valeurs de Q (silice libre calculée) qui se distinguent des précédentes, par le fait que l'on ne tient pas compte de l'état du fer tel qu'il est donné par les chiffres de l'analyse ; on assigne aux oxydes de fer un rapport fixe donné par une formule empirique. Or, pour les deux premières roches, le pourcentage de protoxyde est inférieur à celui du sesquioxyde ; pour la troisième, ce rapport est renversé.

Dans cette première catégorie de labradorites, je rangerai un type un peu différent du précédent, mais qui, bien que provenant d'un bloc errant, présente une structure nettement microlitique, un faciès volcanique (333). Ce bloc ayant été trouvé dans un iceberg échoué près de l'île Wiencke, on ne peut rien préjuger de son gisement.

C'est encore une roche mésocrate, grise ; un état de décomposition déjà avancé la creuse de petites géodes remplies de limonite et bordées d'une matière verte, qui est de la chlorite.

Cette roche diffère de la précédente par une plus grande abondance de phénocristaux de plagioclase ; mais ils y sont moins gros ; ils sont difficilement visibles à l'œil nu. Il n'y a pas de distinction nette entre les phé-

nocristaux et les microlites ; on trouve des individus de toutes tailles faisant le passage des uns aux autres. Ce qui frappe aussi dans cette labradorite, c'est une quantité considérable de grains de magnétite, bien supérieure à celle de l'échantillon précédent.

Les phénocristaux de plagioclase sont automorphes, zonés, et leur angle maximum d'extinction dans la zone de symétrie atteint 35° ; c'est donc un labrador à 50 p. 100 d'anorthite. Ils sont souvent très corrodés, originellement riches en inclusions vitreuses; actuellement, ils sont dévitrifiés comme la pâte, et l'on y rencontre de l'augite et de la magnétite comme produits secondaires.

Le pyroxène, qui forme des phénocristaux assez nombreux, est une augite d'un jaune verdâtre très pâle, presque incolore, avec de fins clivages ; elle présente parfois le macle h^1 (*100*) ; l'angle maximum d'extinction dans la zone d'allongement est voisin de 43°. Cette augite est parfois transformée en une chlorite à très faible biréfringence, probablement de la délessite ; mais les plages sont trop petites pour être déterminées.

La pâte est composée d'éléments très fins, microlites allongés de labrador, grains d'augite et de magnétite.

Toutes les cavités sont remplies par de la chlorite en très fines rosettes, et le verre transformé est probablement aussi remplacé par ce même minéral.

Les labradorites décrites ci-dessus sont presque entièrement holocristallines. Sur l'île Doumer, j'ai recueilli un échantillon au contraire très vitreux (453) ; malheureusement, il provient d'un bloc errant rencontré dans les éboulis d'une moraine, et il ne m'a pas été possible d'en préciser le gisement. C'est une roche extrêmement bulleuse, qui présente les caractères extérieurs des produits d'épanchement. Sa couleur est d'un rouge-brique intense dû à l'oxydation du fer. La pâte est semée de cristaux blanchâtres de plagioclase et de cristaux noirs de métasilicate.

L'examen microscopique montre nettement une roche à deux temps de consolidation; cependant, comme dans le cas précédent, les phénocristaux de plagioclase offrent des dimensions très diverses passant par degrés aux microlites. Ces cristaux sont tantôt automorphes, tantôt irréguliers; ils sont maclés suivant les lois de l'albite et de Carlsbad et quel-

quefois suivant celle de la péricline. Ils appartiennent au labrador basique $Ab_3\ An_4$ (à 57 p. 100 d'anorthite).

Ils sont quelquefois zonés et presque toujours fendillés. Les inclusions vitreuses et ferrugineuses sont nombreuses et disposées soit au centre, soit en zones concentriques.

Ce qui caractérise cette roche, c'est la présence de nombreux phénocristaux d'olivine ; elle se présente ordinairement en plages irrégulières, avec les fentes habituelles à ce minéral ; on reconnaît cependant quelquefois les anciennes faces bordées d'hématite et le profil caractéristique à pointements aigus. Elle est en général presque incolore, légèrement jaunâtre ; quelques taches jaunes sont dues à des produits de décomposition ; mais certains individus sont entièrement rubéfiés ou présentent le long de leurs fentes un dépôt d'un brun rouge intense.

La pâte se compose de bâtonnets de labrador, de grains d'augite et d'olivine. Ce labrador est plus acide que celui des phénocristaux et correspondrait à la formule $Ab_1\ An_1$ (50 p. 100 d'anorthite) ; les microlites sont allongés suivant pg^1 avec la macle de l'albite ; ils présentent souvent quelque tendance à l'alignement marquant un certain degré de fluidalité de la pâte. Les grains d'augite sont petits ; ceux d'olivine, plus volumineux, sont fréquemment rubéfiés.

Le tout est cimenté par un verre en partie décomposé, coloré en rouge brun par l'oxyde de fer, ce qui donne à la roche sa coloration caractéristique.

b. *Labradorites évoluant vers les diabases.* — Sur l'île Berthelot, le point le plus sud où nous ayons pu aborder et recueillir des échantillons, nous retrouvons de nombreux filons de labradorite (274). La roche est d'une couleur gris foncé avec un léger reflet verdâtre dû à l'altération. Elle est très compacte, et aucun élément cristallin n'est visible à l'œil nu ; on aperçoit seulement çà et là quelques grains jaunes de pyrite.

Le microscope montre une roche holocristalline microlitique, à un seul temps de consolidation ; les microlites sont gros et enchevêtrés, donnant le facies diabasique, quoique sans présenter la structure ophitique.

La roche est caractérisée par des phénocristaux peu nombreux d'augite se transformant en amphibole peu pléochroïque et peu biréfringente. La

pâte est composée de microlites allongés de feldspath et de nombreux cristaux d'amphibole d'origine secondaire, dus probablement à l'ouralitisation du pyroxène. Le plagioclase, très altéré, est du labrador, comme le montrent les quelques cristaux restés intacts, dont le maximum d'extinction est d'environ 35°. On rencontre aussi dans la pâte du mica verdâtre d'origine secondaire et beaucoup d'épidote. La titanomagnétite originelle est presque entièrement transformée en sphène secondaire.

Un type de labradorite (111) plus voisin des diabases se rencontre sous forme de filons minces affleurant dans le granite à amphibole de l'île Wandel, non loin du point où était mouillé le « Français ».

La roche ressemble tout à fait à la précédente ; elle est, comme elle, d'un gris verdâtre, compacte, sans phénocristaux apparents.

Examinée au microscope, elle montre de grands cristaux de substance colloïde, absolument monoréfringente, verte, cloisonnée, imprégnée de produits ferrugineux opaques ; ce sont très probablement d'anciens cristaux d'olivine.

La pâte est constituée par un enchevêtrement de microlites feldspathiques enveloppés ophitiquement par de petites plages irrégulières d'amphibole d'ouralitisation.

Le plagioclase, en microlites allongés, fins et bien formés, est un labrador s'éteignant dans la zone d'allongement sous un angle maximum d'environ 30°.

L'amphibole est une hornblende vert pâle, peu pléochroïque.

La roche est imprégnée de calcite. On y rencontre en outre quelques filonnets de quartz et de petits nodules renfermant des grains de quartz et de l'épidote secondaire, ainsi qu'un peu d'actinote fibreuse. La titanomagnétite est assez fréquente.

La structure est franchement ophitique et, par sa haute cristallinité, cette roche se rapproche beaucoup des diabases.

5° DIABASE

La famille des diabases n'est représentée dans nos roches que par un échantillon recueilli (145) dans un glaçon échoué sur la côte ouest de l'île Wandel ; nous ne pouvons donc en connaître le gisement.

C'est une roche holocristalline à grain fin, de coloration gris très clair, avec un pointillé vert de très petits grains de silicate ferro-magnésien. On y distingue à l'œil nu quelques phénocristaux de plagioclase à cassure miroitante, montrant les stries des macles et mesurant parfois 1 centimètre de plus grande dimension.

L'examen au microscope montre une roche essentiellement feldspathique. Le plagioclase est une andésine en cristaux généralement aplatis suivant g^1 (*010*) et enchevêtrés formant le réseau caractéristique de la structure intersertale. On y voit les macles de Carlsbad et de l'albite. L'angle maximum d'extinction dans la zone perpendiculaire à g^1 (*010*) est d'environ 20°. Les cristaux sont bien formés, marbrés par des inclusions noires nombreuses avec quelques inclusions d'épidote; ils ont une tendance à la structure zonée. Les grands cristaux visibles à l'œil nu semblent appartenir à ce même plagioclase.

Le métasilicate originel, peu abondant, est constitué par du pyroxène actuellement entièrement transformé soit en amphibole vert clair, par ouralitisation, soit un épidote. Il est en général en petits grains isolés et moule le feldspath.

Les cavités interstitielles de la roche sont remplies par du quartz, de la calcite, de l'épidote, remplissant individuellement à eux seuls une cavité ou au contraire associés de façons différentes en petits grains arrondis. Les feldspaths sont souvent eux-mêmes imprégnés de quartz.

Le magnétite se présente en petits cristaux peu abondants.

6° BASALTES

Les basaltes n'ont été rencontrés qu'en une seule localité, à Port-Lockroy, sur l'île Wiencke et sur les îlots tout proches. Encore n'est-ce qu'en petits blocs épars et assez rares, et, malgré nos recherches, nous n'avons pu retrouver la roche en place.

En l'absence de renseignements géologiques, on ne peut leur attribuer un âge certain ; mais leur état de fraîcheur est en faveur d'une date récente.

Ils sont accompagnés de blocs de brèche ignée de même nature.

On peut distinguer parmi ces basaltes deux types :

1° Un basalte normal ;

2° Un basalte amphibolique.

a. *Basalte normal.* — Ce basalte (343) a été récolté sur la grève de Port-Lockroy, dans la petite presqu'île où est établie la rockerie de Pingouins. Il y formait un bloc d'un demi-mètre cube environ, fissuré et coïncé entre des roches moutonnées. La surface, polie par les embruns, est recouverte d'un enduit blanc, dur et glissant, dont il sera question plus loin.

La roche est compacte, rude au toucher, d'une couleur grise plus claire que celle du basalte amphibolique. On distingue à l'œil nu les plages miroitantes de cristaux feldspathiques, qui atteignent 5 millimètres de plus grande dimension ; l'olivine est peu visible, en grains noirs ou bruns, altérés.

Le microscope permet de reconnaître un basalte à phénocristaux d'olivine et de plagioclase. L'olivine présente sur le bord des cristaux et, le long des fissures, des altérations serpentineuses jaunâtres ; parfois aussi certains cristaux sont rendus opaques sur leur pourtour par un agrégat de petits granules de magnétite. Les phénocristaux de plagioclase sont assez nombreux, limpides, automorphes, maclés suivant la loi de Carlsbad et suivant celle de l'albite ; ils sont très fréquemment zonés. Leur détermination, par la méthode des deux macles, en fait un labrador basique $Ab_3 An_4$. Leurs plages sont plus ou moins brisées et les bords sont corrodés.

La pâte est holocristalline, formée de cristaux allongés de labrador $Ab_1 An_1$ et de grains d'augite ; ce dernier minéral a pris par places, par suite d'altération, une couleur brune, sans que cependant ses propriétés optiques soient changées. Il existe en outre des grains plus gros mais plus rares d'olivine, ainsi qu'une petite quantité d'ilménite et de titano-magnétite, soit en grains, soit en cristaux.

Il est possible que ce basalte, qui n'a pas été analysé, soit la forme d'épanchement d'un type dont le basalte amphibolique suivant serait la forme filonienne.

b. *Basalte amphibolique.* — Je n'ai qu'un seul échantillon de basalte

amphibolique. Il provient de l'île Doumer, dans le chenal de Rossen, c'est-à-dire d'un point tout à fait voisin de celui où j'ai rencontré le bloc de basalte normal. Il formait également un bloc errant (485) de petit volume, mais gisant assez haut sur la côte pour qu'on puisse rejeter l'hypothèse qu'il y ait été apporté par les glaces flottantes.

La roche est de couleur grise presque noire ; la cassure est d'aspect brillant, légèrement cristalline. Dans sa pâte, on distingue à l'œil nu quelques grains de péridot, atteignant 2 et 3 millimètres de diamètre et de petites taches d'un blanc laiteux formées par des zéolites.

Au microscope, la roche se montre presque holocristalline, à grains fins. Les phénocristaux appartiennent presque exclusivement à l'olivine, qui possède fréquemment des formes nettes ; elle présente, comme dans la roche précédente, des altérations serpentineuses qui colorent en jaune le bord des cristaux et s'étendent le long des fissures.

Le pyroxène ne forme que des phénocristaux de petite taille ; c'est une augite violacée, légèrement pléochroïque, possédant la structure en sablier.

Les microlites sont constitués par des plagioclases, par de l'augite et par de l'amphibole ; ils sont de dimensions variées. Ceux de plagioclase sont parfois assez gros pour simuler presque des phénocristaux. Ce plagioclase est du labrador à 50 p. 100 d'anorthite, l'angle maximum d'extinction dans la zone de symétrie étant d'environ 34°.

La caractéristique essentielle de cette roche réside dans l'abondance de l'amphibole, généralement automorphe ; ses cristaux, peu allongés suivant l'axe vertical, sont souvent groupés à axes parallèles avec l'augite. C'est une hornblende brune, très pléochroïque, avec :

$$n_g > n_m > n_p ;$$

n_g = brun foncé ;
n_m = brun foncé ;
n_p = brun très pâle.

La macle h^1 (*100*) est fréquente ; l'angle d'extinction maximum dans g^1 (*010*) est d'environ 12°. La cristallisation de ce minéral est contemporaine de celle du feldspath, mais s'est prolongée un peu plus longtemps ; car, de loi en loin, on rencontre des cristaux feldspathiques enveloppés par

l'amphibole. Ses cristaux sont de mêmes dimensions que ceux d'augite, mais sont plus récents.

Enfin il faut ajouter à cette énumération un peu de biotite, puis des grains de titanomagnétite, répandus irrégulièrement dans la roche, qui est en outre ponctuée de calcite secondaire. Entre les microlites de feldspath existent des traces de verre zéolitisé.

Un caractère intéressant de cette roche consiste en son hétérogénéité. On y rencontre en effet en grande abondance des nodules de 1 à 2 millimètres de diamètre, parfaitement globuleux, qui feraient penser à des cristaux de pseudo-leucite s'ils n'étaient entièrement dépourvus de toute forme géométrique. Ils diffèrent complètement de la roche normale. Les minéraux colorés y font presque tout à fait défaut, sauf dans quelques minces lamelles de biotite. Le feldspath s'y présente sous forme de microlites non maclés ou maclés suivant la loi de Carlsbad, avec extinctions longitudinales ou extinctions très faibles, et qui semblent devoir être rapportées à l'orthose.

Enfin il existe une substance incolore monoréfringente, attaquable par les acides, riche en soude ; elle est constituée soit par du verre, soit par de l'analcime. Elle occupe le centre des globules, qui sont surtout feldspathiques sur leurs bords. Fréquemment, cette matière isotrope est en totalité ou en partie envahie par une zéolite plus réfringente qu'elle et dont l'allongement est positif. Elle est riche en potasse, et il semble qu'il faille la rapporter à la christianite, bien que je n'aie pu trouver de sections transversales assez nettes pour débrouiller les macles compliquées qu'elle présente.

Ce basalte amphibolique, à facies lamprophyrique, provient très vraisemblablement du démantèlement d'un filon ; mais je n'ai pu retrouver le gisement.

L'analyse de cette roche, faite par M. Pisani, a donné le résultat suivant :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	TiO^2	pf.	Total.
43,3	15,4	1,7	10,3	9,6	9,3	3,7	1,4	1,9	3,9	100,5

La composition minéralogique virtuelle résultant des données de l'analyse est la suivante :

Feldspaths	Orthose	8,34	42,05	52,27
	Albite	12,58		
	Anorthite	21,13		
Néphéline		10,22		
Pyroxènes	SiO^3Mg	16,80	38,25	44,45
	SiO^3Ca	10,44		
	SiO^3Fe	11,01		
Minerais	Magnétite	2,55	6,20	
	Ilménite	3,65		
	pf			3,90
				100,62

Dans la notation de M. Michel Lévy, les paramètres magmatiques sont les suivants :

$x = 41,5$, $\Phi = 2,57$ (syénitique), $r = 0,37$ (mésosodique).
$C' = 0,12$ (microalumineux), $\Psi = 1,2$ (magnésien).
$U = 1,29$.

Cette roche se rapporte au type III, 6, 3, 4 de la classification chimico-minéralogique américaine ; c'est une *limburgose*.

Le plagioclase moyen, calculé, donne comme pourcentage de l'albite et de l'anorthite :

Albite	37,3 p. 100
Anorthite	62,7 —

d'où un rapport voisin de 2 : 3 qui correspond à une composition intermédiaire entre labrador-bytownite et bytownite, c'est-à-dire sensiblement plus basique que celle qui résulte de l'examen minéralogique.

Il est intéressant de rapprocher de cette analyse celle d'un basalte de l'île Cockburn, près de la Terre Louis-Philippe, c'est-à-dire sur le versant oriental de la région qui nous occupe ; comme points de comparaison, nous donnerons aussi les analyses de trois autres basaltes, choisis de préférence dans l'Antarctique. Ces quatre dernières analyses sont dues à M. G.-T. Prior :

a. Basalte amphibolique de l'île Doumer ;
b. Basalte de l'île Cockburn (près de la Terre Louis-Philippe) ;
c. Hornblende-basalt de Sulphur Cones (Terre Victoria) ;
d. Olivine-basalte entre Gap et Horseshoe Bay (Terre Victoria) ;
e. Basalte de l'île Franklin (près de la Terre Victoria).

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*
SiO^2	43,3	48,97	43,92	42,14	45,61
Al^2O^3	15,4	16,12	17,42	14,95	15,70
Fe^2O^3	1,7	1,90	4,09	2,90	6,17
FeO	10,3	9,63	8,83	9,71	7,29
MgO	9,6	7,62	4,89	9,47	4,84
CaO	9,3	8,73	9,53	10,32	6,34
Na^2O	3,7	2,99	4,60	3,27	5,06
K^2O	1,4	1,21	2,17	1,80	2,67
TiO^2	1,9	1,62	4,19	4,90	3,48
pf	3,9	1,39	0,17	0,28	2,34
	100,5	100,18	99,81	99,74	99,50

Les analyses *c* et *d* se rapportent à des limburgoses comme la nôtre ; *e*, à une monchiquose, sur la limite des limburgoses ; *b* est une camptonose, qui n'en diffère que par l'ordre.

On voit que le basalte de l'île Cockburn est très voisin de celui de l'île Doumer ; il est seulement un peu plus riche en silice et alumine et contient un peu moins de magnésie, de chaux et d'alcalis. Nous n'avons malheureusement pas d'autre analyse des basaltes de la région visitée par M. O. Nordenskjöld ; mais, d'après les descriptions sommaires qui en ont été faites, on peut prévoir une grande similitude avec les nôtres.

Les basaltes de la Terre Victoria se distinguent par une grande teneur en acide titanique ; ils renfermeut aussi plus d'alcalis que les précédents.

c. *Brèche basaltique.* — A côté des fragments de basalte, nous avons rencontré à Port-Lockroy, sur la petite presqu'île basse où s'est établie une rockerie de Pingouins, deux blocs d'une brèche basaltique très fraîche (353). Quoique la localité soit peu élevée au-dessus du niveau de la mer, la situation de ces blocs, qui se trouvaient à plus de 50 mètres du rivage, et leur taille, voisine de 1 mètre cube, montrent l'origine toute proche de cette roche.

L'examen microscopique fait voir que cette brèche est constituée par l'agglomération de blocs, de lapilli et de cendres de nature basaltique et qui, pour la plus grande partie, semblent provenir d'un même magma.

Les blocs sont constitués par un basalte offrant une grande analogie avec celui qui vient d'être décrit ; mais il présente une cristallinité plus faible, et il semble aussi moins riche en olivine ; celle-ci est toujours entièrement serpentinisée. Il existe, en outre, quelques phénocristaux

d'augite. Ces blocs sont riches en vacuoles, que remplit une chlorite du groupe de la délessite qui, par place, est d'un rose intense.

A côté de ces blocs, d'une haute cristallinité, il en est d'autres qui, comme la plupart des lapilli, sont riches en verre ; celui-ci est tantôt brunâtre et presque opaque, tantôt jaune et translucide.

On rencontre en outre dans cette brèche quelques blocs de roches étrangères que nous n'avons pas vues en échantillons indépendants ; tel est le cas d'une labradorite altérée, compacte, d'un gris presque noir (341) ; le microscope n'y décèle que quelques rares phénocristaux d'un plagioclase labradorique, noyés dans une pâte extrêmement fine formée de labrador et d'augite altérés et constellée d'une multitude de piqûres de magnétite.

Les éléments plus menus sont formés par des fragments plus petits du basalte précédent ou par des débris de leurs phénocristaux (337) (350) ; ces derniers sont surtout de nature feldspathique, ce qui rend vraisemblable qu'ils proviennent bien de la roche basaltique constituant les blocs et dont l'abondance des phénocristaux de labrador est une des caractéristiques.

La structure de cette brèche conduit à penser qu'elle a été formée à sec et qu'elle provient du démantèlement d'une cheminée d'éruption, d'un neck.

d. *Transformation d'un basalte en phosphate d'alumine sous l'influence de produits d'origine physiologique.* — Au cours de la description des basaltes de Port-Lockroy, j'ai signalé l'enduit blanc de phosphate d'alumine qui recouvrait l'un des échantillons (343). J'ai observé une production semblable en maints endroits, en particulier sur la pointe septentrionale de Port-Lockroy et surtout sur l'un des îlots de l'archipel Argentina, où elle couvrait une étendue assez considérable. Malheureusement, au moment du voyage, mon attention n'avait pas été attirée sur l'intérêt de ce phénomène, et les échantillons que j'ai recueillis ne se rapportent qu'au basalte ; je l'ai pourtant noté dans des régions où l'on rencontre d'autres roches volcaniques, comme les andésites ; je ne l'ai pas remarqué sur les roches grenues.

Ce mode d'altération paraît devoir être rapporté à l'action chimique

provoquée par les déjections des innombrables oiseaux de mer qui vivent sur ces rochers. Il est tout à fait analogue à ce que M. A. Lacroix a étudié sur les roches volcaniques de l'île de Cabras, près de San Thomé (golfe de Guinée) et qu'il décrit en ces termes (1) :

« La surface de la roche volcanique est recouverte d'une pellicule grise, cachant une couche cornée brunâtre, qui est elle-même séparée du trachyte blanc grisâtre intact par une zone compacte d'un blanc mat.

Cette substance, dont l'épaisseur variable peut atteindre quelques centimètres, est constituée par un phosphate d'alumine hydraté, un peu ferrifère.

L'examen microscopique de sections minces, taillées perpendiculairement aux surfaces exposées à l'air, montre, à l'extérieur (pellicule grise et couche brune), une région possédant une structure concrétionnée, riche en ponctuations biréfringentes. La cristallinité augmente dans la zone blanche sous-jacente, où abondent des sphérolites et des concrétions fibreuses, dont la biréfringence est supérieure à celle du quartz et dont les fibres (biaxes) ont un allongement négatif. Dans cette zone, la structure du trachyte est encore distincte, mais les phénocristaux et les microlites feldspathiques ne sont plus que des squelettes autour desquels et dans lesquels est venu se concrétionner le phosphate d'alumine. On passe ensuite insensiblement à la roche intacte. »

En dehors de son épaisseur bien moindre et qui ne dépasse pas quelques millimètres sur notre échantillon, la croûte blanche qui le recouvre correspond tout à fait à cette description ; il faut noter cependant qu'elle renferme une certaine quantité de chaux.

M. A. Lacroix avait déjà rencontré la même substance et dans des conditions semblables sur les conglomérats andésitiques de l'îlot de la Perle, au nord-ouest de la Martinique. M. Teall l'a observée également sur un trachyte, dans l'atoll Clipperton dans le Pacifique du Nord (2).

Le même phosphate d'alumine, désigné sous le nom de redondite, a été exploité jadis à l'île de Redonda (Petites Antilles). Il faut y rattacher aussi celui qui est extrait encore aujourd'hui de l'îlot du Connétable, sur la

(1) A. Lacroix, *C. R. Acad. des Sc.*, Paris, 1906, t. CXLIII, p. 661.
(2) *Quaterl, Journ. geol. Soc. London*, t. LIV, 1898, p. 230.

côte de la Guyane, où les roches altérées sont des gneiss et des diabases.

C'est à l'action chimique des déjections, constamment renouvelées, d'innombrables oiseaux de mer, action probablement aidée par des actions microbiennes, que M. A. Lacroix attribue cette attaque profonde des roches volcaniques. Le rôle capital est joué par le phosphate biammoniacal. Tous les alcalis qui existaient dans la roche originelle, de même que les bases terreuses, ont été éliminés, de telle sorte qu'il n'y a aucune différence entre le phosphate produit aux dépens d'un trachyte riche en potasse, pauvre en chaux et en magnésie (îlots de Cabras et Clipperton), ou d'une andésite, riche en chaux et en magnésie, médiocrement pourvue en alcalis, parmi lesquels domine la soude (Martinique).

Dans ces îlots, soumis au lavage intense des pluies tropicales, les sels solubles sont entraînés à la mer au fur et à mesure de leur production.

Mais tous ces gisements se trouvent situés dans la zone tropicale, et M. Lacroix signalait, dans sa note, l'intérêt qu'il y aurait à rechercher si, comme la latérisation, cette phosphatisation des roches silicatées est limitée aux pays tropicaux à climat humide, ou si au contraire elle se produit sous d'autres climats. Il est donc remarquable de la retrouver sous une latitude essentiellement froide, comme les régions antarctiques. On peut se demander alors s'il faut rejeter complètement l'hypothèse de l'action microbienne venant aider l'action chimique du guano. Les recherches faites par l'Expédition du « Gauss », en particulier, sur le phénomène de la nitrification, montrent que, si elles agissent avec plus de lenteur, les bactéries n'en existent pas moins dans l'eau de mer des régions polaires. Les bactéries dénitrificatrices, par exemple, ont été trouvées dans toutes les zones. Des bactéries analogues, ayant une part dans le phénomène qui nous occupe, peuvent donc être apportées par les embruns. Ne peut-on penser également qu'elles proviennent des déjections mêmes des oiseaux ?

Quoi qu'il en soit, notre attention étant appelée sur ces altérations, nous ne manquerons pas de les étudier avec soin dans l'expédition prochaine qui nous ramènera bientôt aux régions polaires. Nous rechercherons si elles affectent d'autres roches que les basaltes et dans quelles mesures elles varient avec l'espèce de roche considérée ; il est probable, en parti-

culier, que l'état de porosité plus ou moins grand de la roche, dans les tufs par exemple, doit influer considérablement ; la présence de vacuoles, de fissures dans la pâte, doit conduire à une attaque beaucoup plus profonde que celle que nous avons observée.

III. — MICROGRANITE A PYROXÈNE ET AMPHIBOLE SODIQUES.

Parmi les roches recueillies sur l'île Wandel, il en est une qui mérite une attention particulière. C'est un microgranite à pyroxène et amphibole sodiques, type aujourd'hui bien connu, mais qui fut longtemps regardé comme une rareté et qu'il est curieux de retrouver en des points du globe très divers. Elle contient en outre une amphibole spéciale, intéressante à étudier.

Cette roche (148), qui n'a pas été trouvée en place, détonne au milieu des autres, roches grenues ou microlitiques, décrites précédemment. Aussi serait-on tenté de la croire apportée d'une région lointaine par les glaces flottantes. Je ne le pense pas cependant, car elle constituait un bloc de $0^m,70$ à $0^m,80$ de diamètre, et le peu de profondeur de la mer devant la grève où gisait ce bloc n'aurait pas permis d'approcher à une masse de glace suffisante pour porter un tel poids.

C'est une roche à structure porphyrique, de couleur gris verdâtre ; au choc, elle rend un son qui rappelle celui des phonolites. Elle se brise assez facilement au marteau.

Examinée à l'œil nu, elle montre une pâte fine, cristalline, d'un gris verdâtre, dans laquelle sont noyés de nombreux phénocristaux blancs laiteux ou translucides d'orthose, ayant de 3 à 4 millimètres de diamètre en général, mais pouvant exceptionnellement dépasser 1 centimètre. Plus rares, mais se détachant nettement sur le fond gris, les éléments colorés sont représentés par des métasilicates en fines aiguilles vert foncé, d'aspect presque noir, dont la longueur peut atteindre 7 à 8 millimètres, ou en petits cristaux bleuâtres. On distingue aussi quelques cristaux bien formés de quartz.

L'examen microscopique permet de reconnaître, parmi les phénocristaux, les minéraux suivants :

1° De l'orthose, en plages tantôt à contours irréguliers, tantôt automorphes, avec facules d'anorthose, disposées soit au centre, soit au bord. Les cristaux sont souvent accolés les uns aux autres, ou se pénètrent réciproquement ;

2° Du quartz en cristaux à faces planes ou corrodées. Ils sont parfois bordés par une zone de même orientation englobant les microlites de la pâte et due à ce que leur accroissement a continué pendant la cristallisation de celle-ci ;

3° Un pyroxène vert d'herbe, soit en grains irréguliers, soit en prismes allongés suivant l'arête h^1g^1. Il est très pléochroïque, dans les teintes allant du vert-mousse au vert d'herbe intense ; le maximum de pléochroïsme a lieu suivant l'allongement, qui est négatif. L'angle d'extinction dans la zone verticale dépasse 15°. C'est donc une augite ægyrinique ;

4° Une amphibole monoclinique spéciale, en petits cristaux d'un vert bleuâtre foncé, allongés suivant l'axe vertical. Elle appartient au groupe des amphiboles sodiques, avec les caractères suivants : son allongement est positif ; l'angle maximum d'extinction dans la zone verticale atteint 8° ; la biréfringence est faible. La bisectrice aiguë est négative et perpendiculaire à h^1 (*100*). Les axes optiques sont très rapprochés, la dispersion forte. Le sens de l'absorption est $n_g = n_m > n_p$. Ces cristaux sont souvent bordés par une zone de même orientation constituée par de la riébeckite bleue.

Ces propriétés ne permettent pas d'identifier cette amphibole sodique avec la riébeckite, dont elle possède la petitesse des angles d'extinction. Elle s'en éloigne en effet par les teintes de pléochroïsme et par l'écartement des axes optiques.

Rappelons que M. A. Lacroix, dans les microgranites alcalins de Gouré (nord du lac Tchad), et M. Arsandaux, dans les roches alcalines d'Abyssinie, ont décrit une amphibole tout à fait analogue.

La pâte de notre roche est holocristalline et constituée par des grains xénomorphes de quartz et de feldspaths (orthose et albite), à structure nettement microgranitique, accompagnés d'un grand nombre d'aiguilles à formes nettes d'amphibole et de pyroxène sodiques. Ces aiguilles sont assez régulièrement distribuées dans la masse, mais sans orientation bien

définie. Le pyroxène est de l'augite ægyrinique; l'amphibole est la même riébeckite bleue qui borde les grands cristaux d'amphibole ; ces deux minéraux forment souvent ensemble des groupements à axes parallèles.

Les métasilicates sont en grande partie antérieurs aux éléments blancs. L'augite ægyrinique est le premier minéral formé ; on la trouve en inclusions dans les phénocristaux d'orthose ; pourtant, çà et là, elle a quelque tendance à mouler le feldspath.

En résumé, nous avons affaire à une roche microgrenue, vraisemblablement filonienne, d'un type fort rare, à ranger dans la catégorie des microgranites à ægyrine et riébeckite ; elle se rapproche beaucoup de la roche de Gouré, mais s'en distingue par la forme aciculaire des cristaux, qui rappelle celle qui caractérise les minéraux colorés des roches tinguaïtiques ; ceux-ci, dans la roche de Gouré, présentent une structure pœcilitique.

L'analyse chimique, faite par M. Pisani, donne :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	TiO^2	pf.	Total.
73,25	12,60	0,34	2,65	0,51	tr.	5,37	3,95	tr.	0,75	99,42

En soumettant au calcul cette analyse, on obtient la composition minéralogique virtuelle suivante :

Quartz			24,84	91,13
Feldspaths	Orthose	22,80	66,29	
	Albite	43,49		
Acmite		1,39		
Pyroxènes	SiO^3Na^2	0,12		7,56
	SiO^3Mg	1,30		
	SiO^3Fe	4,75		
Perte au feu				0,75
				99,44

Dans la notation de M. Michel Lévy, cette analyse donne les paramètres magmatiques suivants :

$x = 5{,}8$, $\Phi = 1{,}92$ (alcalino-syénitique), $r = 0{,}7$ (mésopotassique).
$C' = 0$, Apparition de $n' = 0{,}3$ (ægyrinique), $\Psi = 6$ (ferrique).
$U = \infty$.

Dans la classification chimico-minéralogique des pétrographes américains, elle correspond au type I, 4, 1, 4 : c'est une *kallerudose*.

Il est intéressant de comparer cette analyse *a* à celles des roches suivantes, les unes se présentant en massifs ou en filons : *b*. microgranite de Gouré, Afrique centrale (M. A. Lacroix); *c*. païsanite du mont Scholoda, Abyssinie (M. Prior); les autres franchement volcaniques : *d*. pantellérite de Moullou, Abyssinie (M. Arsandaux); *e*. rhyolite à ægyrine de Helabala, désert Somali (M. Arsandaux).

	a.	*b*.	*c*.	*d*.	*e*.
SiO^2	73,25	75,25	76,01	71,4	75,9
Al^2O^3	12,60	11,60	11,96	11,8	11,5
Fe^2O^3	0,34	0,78	2,06	5,6	3,4
FeO	2,65	3,00		1,4	0,9
MgO	0,51	0,39	tr.	0,6	0,1
CaO	tr.	0,70	0,26	0,2	tr.
Na^2O	5,37	3,98	4,46	4,2	4,0
K^2O	3,95	4,20	4,73	4,3	4,4
TiO^2	tr.	0,19	»	»	»
pf	0,75	»	0,28	1,4	1,0
	99,42	100,09	99,73	100,9	101,2

On voit les grandes analogies qui existent entre ces diverses roches. Elles sont essentiellement caractérisées par l'extrême pauvreté en chaux ainsi qu'en magnésie et par la richesse en alcalis. La roche antarctique renferme cependant une quantité de soude notablement supérieure à celle des autres et prédominant sur la potasse.

Pour la teneur en fer, elle se rapproche de la roche de Gouré, alors que la roche de Moullou, beaucoup plus ferrugineuse, contient plus de sesquioxyde que de protoxyde ; il en est de même pour la roche de Helabala. Ce sont sans doute ces petites différences chimiques qui entraînent la production d'une amphibole spéciale.

Ce qui met cette roche tout à fait à part dans la série pétrographique de la Terre de Graham, qui est éminemment calcique, c'est sa faible teneur en chaux et la forte proportion des alcalis.

IV. — SCHISTES CRISTALLINS ET QUARTZITES.

Toutes les roches rencontrées en place dans la région que j'ai parcourue appartiennent exclusivement aux roches éruptives. Mais, parmi

les galets des rares petites grèves que découvre la mer à marée basse, j'ai souvent trouvé des échantillons de schistes cristallins et de quartzites.

C'est ainsi qu'à Port-Lockroy, au fond d'une petite anse de la presqu'île Jougla, j'ai recueilli quelques grandes plaques d'ardoise grise atteignant 40 à 50 centimètres de côté (368).

C'est un quartzite rubanné très schisteux essentiellement constitué par des grains de quartz laminés, étirés, associés à quelques grains de calcite, un peu d'épidote, un peu de chlorite extrêmement pâle, voisine de la zoïsite, ainsi qu'à quelques lamelles de muscovite. Le quartz contient des ponctuations noires d'une matière opaque probablement charbonneuse, qui donnent la coloration. La calcite est généralement postérieure au quartz.

Les éléments autres que le quartz sont distribués suivant des lits parallèles qui déterminent la schistosité.

Ces mêmes ardoises se retrouvent en fragments plus petits au pied de la moraine de l'île Doumer, c'est-à-dire à une faible distance de Port-Lockroy. Enfin, aussi bien dans la baie des Flandres, sur les îles Moureaux en particulier, que sur les côtes de l'île Wandel et celles de l'île Hovgaard, abondent des galets plus ou moins arrondis, à structure rubannée, formés par des quartzites identiques.

Dans la baie nord de l'île Wandel, j'ai récolté un quartzite d'une variété un peu différente (80).

La roche n'est pas schisteuse ; elle est d'une couleur grise, à grain fin ; de petites veinules de quartz la traversent en s'entre-croisant. C'est un quartzite micacé, formé de grains de quartz assez gros réunis par des grains plus petits, parsemés de nombreuses paillettes de biotite, qui quelquefois se groupent en petits paquets distincts.

La biotite n'a pas toujours de formes nettes ; elle constitue alors des lamelles arrondies ressemblant à celles que l'on observe dans certains schistes au contact des roches éruptives.

La pâte contient quelques plages de feldspath.

On rencontre un peu de zoïsite.

Sur la grève des îles Moureaux (baie des Flandres), j'ai trouvé quelques

blocs (14) d'une phyllite noire ardoisière peu cristalline, rappelant tout à fait les ardoises d'Anger ; c'est une pâte cristalline à grain très fin, riche en matière charbonneuse, traversée par de grandes veinules de quartz.

Enfin, sur la pointe nord de l'île Hovgaard, parmi les fragments de quartzite schisteux, j'ai récolté un bloc arrondi d'une trentaine de centimètres de diamètre, d'une coloration verdâtre, à reflets chatoyants (222). C'est un chlorito-schiste actinolitique.

La roche est très schisteuse, à schistosité irrégulière ; elle est composée de grains de quartz, d'épidote, d'une chlorite peu biréfringente, du groupe de la pennine, enfin d'actinote.

Vue au microscope, elle se montre rubannée par suite de la disposition de la chlorite et de l'actinote suivant des lits parallèles. L'actinote se présente en cristaux filiformes extrêmement allongés. Ces petites aiguilles forment, pour ainsi dire, l'ossature de la roche ; dans les intervalles, se trouvent le quartz, l'épidote.

Au milieu de cette pâte, on rencontre des amandes à plus grands éléments ; l'un des minéraux, plus développé, s'y trouve associé aux autres éléments de la roche, un ou plusieurs d'entre eux dominant sur les autres ; par exemple un gros cristal de chlorite est associé à de petits cristaux d'épidote et de quartz.

La provenance de toutes ces roches reste inconnue, puisque aucune n'a été trouvée en place et qu'elles ont pu être apportées de régions lointaines par les glaces flottantes. Cependant leur structure rappelant celle de nombreux schistes rencontrés au contact des roches éruptives rend très vraisemblable l'hypothèse qu'elles puissent être indigènes et provenir de gisements voisins de nos granites et de nos diorites.

V. — FILON DE QUARTZ.

Les gisements de minéraux sont assez rares dans la région que j'ai parcourue pour que je crois devoir signaler un petit gisement de quartz intercalé dans la diorite de l'île Wandel. Il est situé à une centaine de mètres d'altitude au-dessus de Port-Charcot, sur le flanc de la colline

Jeanne ; la roche encaissante est une diorite quartzifère très altérée, très riche en produits secondaires, chlorite, sphène, calcite.

Ce quartz se présente en gros cristaux, caractérisés par leurs faces ternies par corrosion, réduites aux faces e^2 $(10\bar{1}0)$, p $(10\bar{1}1)$, $e\,{}^1/_2$ $(01\bar{1}1)$ et quelques rhomboèdres directs ou inverses, indéterminables par suite de l'arrondissement des faces et parce que d'autres cristaux plus petits, non orientés sur elles, rendent impossible l'usage du goniomètre.

Ces cristaux, qui atteignent 8 centimètres de diamètre, voisinent avec quelques cristaux ternes de calcite.

VI. — CONCLUSIONS.

Il résulte de l'étude précédente que la région parcourue par l'Expédition Antarctique Française est constituée à peu près exclusivement par des roches éruptives, parmi lesquelles dominent de beaucoup les types granitoïdes.

L'ensemble de ces roches granitoïdes forme une série pétrographique très homogène, allant des granites aux gabbros. La continuité est surtout évidente en ce qui concerne les granites et les diorites quartzifères. Leur parenté est encore accentuée par la considération des enclaves homoéogènes basiques qu'elles renferment les unes et les autres en abondance. Là où les granites et les diorites coexistent (île Wandel, baie des Flandres), ces roches forment des massifs distincts ; mais les contacts sont malheureusement cachés sous les neiges perpétuelles, de telle sorte que la question de l'âge relatif de la mise en place de chacune d'elles ne peut être abordée.

Aussi bien au point de vue chimique qu'au point de vue minéralogique, ces roches présentent un certain nombre de caractères communs très nets. Depuis les granites, riches en quartz, jusqu'aux gabbros basiques, toutes se distinguent par l'abondance des feldspaths calcosodiques, à formes nettes, en général très zonés. Dans les types les plus acides, qui sont à rapporter aux granites, ces plagioclases prédominent toujours sur l'orthose, ce qui est une conséquence de la pauvreté en potasse du magma et de sa richesse en chaux : ces granites se rapprochent donc

des monzonites. L'élément coloré le plus constant est la hornblende verte, presque toujours accompagnée de biotite, quelquefois associée à du pyroxène.

Des quelques renseignements donnés par M. Arctowski sur les roches qu'il a recueillies dans le détroit de Gerlache, au cours de l'Expédition de la « Belgica » (1), on peut très vraisemblablement inférer qu'elles présentent les mêmes caractères que les nôtres.

Enfin les études publiées par M. O. Nordenskjöld (2) sur les roches rapportées par lui, ainsi que par M. J.-G. Andersson, de la Terre Louis-Philippe, montrent avec évidence que toutes les chaînes qui bordent le versant occidental de l'Antarctique américaine sont constituées par cette même série de roches éruptives grenues avec persistance des mêmes caractères généraux.

Au point de vue minéralogique, les roches éruptives de cette portion de l'Antarctique présentent donc ce qu'on appelle un *air de famille*, c'est-à-dire un ensemble de caractères communs à toutes, qu'elles soient acides ou basiques, qu'elles soient roches de profondeur ou roches d'épanchement.

Cet air de famille est mis aussi en évidence par la comparaison des résultats de l'analyse des quelques échantillons qui ont été étudiés au point de vue chimique.

La région de l'Antarctique que nous considérons constitue donc une *province pétrographique* bien définie. Cette conclusion a une grande importance, car elle apporte un argument décisif en faveur de la théorie de la continuité des chaînes antarctiques avec celles de l'Amérique du Sud.

Les caractères minéralogiques et chimiques énumérés plus haut sont en effet précisément ceux qui définissent les types pétrographiques andins; on les retrouve dans toutes les roches grenues, granites, diorites, gabbros, de la Cordillère des Andes du sud au nord du Chili (3), comme aussi dans

(1) H. Arctowski, Géographie physique de la région antarctique visitée par l'Expédition de la « Belgica » (*Bull. Soc. belge de géographie*, n° 1, 1900, p. 40-42).

(2) O. Nordenskjöld, Petrographische Untersuchungen aus dem westantarktischen Gebiete (*Bull. géol. Inst. Upsala*, vol. VI, part. 2, p. 234-236).

(3) Je dois à l'amabilité de M. Courty d'avoir pu examiner quelques roches du Chili, recueillies au cours de la Mission Créqui-Montfort. Au Juncal, on trouve un granite à amphibole, à feldspaths

les roches dioritiques de la Cordillère de l'Amérique du Nord (Sierra Nevada de Californie, Yellowstone National Park, île Vancouver) et même dans certains granites spéciaux de l'Alaska; enfin on les a constatés aussi dans quelques-unes des Petites Antilles.

La Terre Louis-Philippe, la Terre de Danco, la Terre de Graham rentrent donc dans cette même province pétrographique, la plus vaste et l'une des mieux caractérisées qui soient connues sur le globe.

Les conclusions que je viens de formuler à la suite de mes observations personnelles viennent à l'appui de celles qui ont été établies par M. O. Nordenskjöld, à qui revient l'honneur d'avoir le premier montré les analogies pétrographiques qui existent entre les roches antarctiques de la Terre Louis-Philippe et celles de la Terre de Feu et de la Patagonie. Il a particulièrement étudié les types acides, qui peuvent être aussi bien appelés « plagioclasgranit » que « orthoclasdiorit ». Bien qu'il ne donne pas d'analyse, il déclare qu'il n'y aucun doute sur la prédominance de la soude sur la potasse. Mais, dit-il, la structure de ces représentants acides de la série est d'une telle ressemblance avec celle de ces mêmes roches de la Terre de Feu, et cette structure est si caractéristique que cette analogie ne peut être due au hasard et montre bien la consanguinité de deux séries.

Bien que les travaux de M. O. Nordenskjöld ne laissent aucun doute sur la parenté des roches de la Terre de Feu avec celles de l'Antarctique, il m'a paru intéressant de comparer à mon tour mes roches avec celles qui furent rapportées du cap Horn par M. le Dr Hyades, en 1883 (1). Grâce à l'obligeance de M. le professeur Michel Lévy, j'ai pu examiner les lames

zonés, tout voisin des nôtres. Les gabbros quartzifères euralitisés de Valdivia rappellent ceux du cap Tuxen. On constate toujours les caractères principaux des types andins, feldspaths zonés, abondance des plagioclases et des bisilicates ferro-magnésiens. On trouve de plus, ici, des granites francs, et certains gabbros ont une tendance à passer aux diabases.

(1) *Mission scientifique du cap Horn*, t. IV, Géologie, par le Dr Hyades, Paris, 1887. Pour la comparaison des résultats de ce travail de M. Hyades avec ceux du présent mémoire, il faut tenir compte de l'époque où les travaux de la Mission du cap Horn ont été publiés. A ce moment, MM. Fouqué et Michel Lévy appelaient *diabase* la roche qui est formée par la combinaison minéralogique : plagioclase et augite, et *diorite* la combinaison plagioclase et amphibole; comme j'ai employé ces deux termes dans un sens différent, qui est celui adopté en France aujourd'hui, la plupart des diabases de M. Hyades correspondent à nos gabbros, sous réserve cependant qu'un certain nombre de ces roches seraient appelées, par nous aussi, diabases, à cause de leur structure ophitique très nette.

minces qui ont servi à leur étude, et M. le professeur Stanislas Meunier a eu la grande amabilité de mettre à ma disposition les échantillons eux-mêmes. J'y ai retrouvé, parmi les granites, diorites et gabbros, des types absolument identiques à ceux de notre région. Le quartz y joue le même rôle, et les types quartzifères y sont dominants. Les phénomènes d'ouralitisation y sont également fréquents. Mais le caractère principal tient dans l'abondance et le développement des plagioclases zonés.

M. Hyades fait remarquer qu'il n'a rencontré ni véritable granite non amphibolique, ni granulite typique. Il en est de même dans l'Antarctique. Les granites à amphibole sont tout à fait identiques dans les deux régions; le plagioclase qui accompagne l'orthose est cependant plus acide dans les roches de la Terre de Feu; c'est en général de l'oligoclase, au lieu de l'andésine des granites antarctiques.

Ainsi la série du cap Horn présente bien avec celle de l'Antarctique l'analogie remarquable dont il a été question plus haut; mais elle est plus étendue, surtout du côté des termes basiques. Mais la différence est surtout structurelle. Les roches antarctiques sont franchement grenues et n'évoluent ni vers la structure microgrenue, ni vers la structure ophitique des types pauvres en quartz. Les roches de la Terre de Feu ont des variations structurelles plus grandes avec une tendance manifeste à évoluer vers les diabases.

En résumé, l'intérêt des roches rapportées par nous est de montrer le prolongement très au sud de la province pétrographique andine. Il existe actuellement une lacune géographique entre le cap Horn et la Terre Louis-Philippe; peut-être n'existe-t-elle pas réellement, car la Géorgie du Sud et les Orcades du Sud sont encore peu connues, et les Sandwich sont totalement inexplorées au point de vue géologique : les futures explorations permettront de régler cette question.

Les roches microlitiques, comme nous l'avons vu, peuvent se diviser en deux groupes : les unes, très altérées, sont probablement anciennes; les autres, au contraire, sont remarquables par leur fraîcheur et sont d'origine incontestablement volcanique; bien que nous n'ayons trouvé aucune trace d'appareil volcanique conservé dans la région parcourue, ces dernières roches peuvent être considérées de façon certaine comme

d'âge récent. Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, qu'un peu au nord de ces terres l'île Déception est un cratère offrant encore des signes d'activité (fumerolles, eaux thermales, etc.) ; d'autre part, le versant étudié par M. O. Nordenskjöld au nord-est de la Terre Louis-Philippe présente des appareils volcaniques, témoins l'île Paulet et le mont Christensen.

Enfin la découverte, parmi les blocs errants de l'île Wandel, d'un microgranite alcalin à amphibole et pyroxène sodiques, pose une question nouvelle. Les caractéristiques chimiques et minéralogiques de cette roche sont, en effet, tout à fait opposées à celles des autres roches éruptives de la région ; elle est presque totalement dépourvue de chaux et très riche en alcalis. Ne serait-elle pas l'indice de l'existence plus au sud d'une province pétrographique nouvelle et, dans le cas où elle serait indigène, ne constitue-t-elle qu'une exception dont il serait en tout cas intéressant, au point de vue théorique, de préciser la portée ? C'est ce que je vais m'efforcer d'élucider au cours de l'expédition nouvelle qui va partir dans quelques mois.

BIBLIOGRAPHIE ANTARCTIQUE

Andersson (J. Gunnar). La Géorgie du Sud. Abandonnés sur la Terre Louis-Philippe, in *Au Pôle Antarctique*, par O. Nordenskjöld, Paris.

— — The winter Expedition of the « Antarctic » to South Georgia. *The Geographical Journal*, London, octob. 1902.

— — The scientific operations on board the « Antarctic » in the summer 1902-1903. *The Geographical Journal*, London, feb. 1904.

— — The sledge-expedition from the Antarctic. *The Geographical Journal*, London, feb. 1904.

— — On the geology of Graham Land. *Bull. of the Geol. Instit. of Upsala*, vol. VII, Upsala, 1906.

— — Antarctic Manual (The). *Royal Geographical Society*, London, 1901.

Arctowski (H.). Observations sur l'intérêt que présente l'exploration géologique des terres australes. *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, XXIII, 1895.

— — Géographie physique de la région antarctique visitée par l'Expédition de la « Belgica ». *Bull. Soc. r. belge de géogr.* XXIV, 1900.

— — Sur l'ancienne extension des glaciers dans la région des terres découvertes par l'Expédition antarctique belge. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 27 août 1900.

— — Les calottes glaciaires des régions antarctiques. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 24 déc. 1900.

— — Sur les icebergs tabulaires des régions antarctiques. *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. CXXXII, p. 725, 1901.

— — Note au sujet de l'étude des glaces antarctiques. *Bull. Soc. belge de Géol.*, XVI, p. 345, 1902.

— — The antarctic voyage of the « Belgica » during the years 1897, 1898 and 1899. *An. Report Smithsonian Inst. for 1901*, Washington, 1902.

— — et Renard (A.-F.). Notice préliminaire sur les sédiments marins recueillis par l'Expédition de la « Belgica », Bruxelles, 1901.

Balch (Ed.-S.). Antarctica, Philadelphie, 1902.

— — Antarctica addenda. *Journal of the Franklin Institute*, 1904.

Blanford (W.-T.). Geology, in *The Antarctic Manual*, London, 1901.

Bonney (T.-G.). Ice observations, in *The Antarctic Manual*, London, 1901.

Borchgrevink (C.-E.). The voyage of the « Antarctic » to Victoria Land, London, 1895.

— — The « Southern Cross » Expedition to the Antarctic, London, 1900.

Bruce (W.-S.). Bathymetrical survey of the South Atlantic Ocean and Weddell Sea. *The Scottisch Geographical Magazine*, aug. 1905, Edinburgh.

Charcot (J.-B.). Le « Français » au Pôle Sud, Paris, 1906.

Chun (C.). Aus den Tiefen des Weltmeeres, Iéna, 1903.

Cook (F.). Through the first Antarctic Night, 1898-1899, London, 1900.

David, Smeeth, Shofield. Notes on Antarctic Rocks collected by M. C.-E. Borchgrevink. *Journal and Proc. R. Soc. New South Wales*, 29, 1895.

Drygalski (E. von). Zum Kontinent des eisigen Südens, Berlin, 1904.

Dumont d'Urville (C.). Voyage au Pôle Sud, Paris, 1841-1845.

Ferrar (H.-T.). National Antarctic Expedition (1901-1904). *Natural History*, vol. I, Field Geology, London, 1907.

— — Résumé des recherches géologiques accomplies au cours de la croisière de la « Discovery », in *La « Discovery » au Pôle Sud*, t. II, Paris, 1907.

Fletcher (L.). Instructions for collecting rocks and minerals, in *The Manual Antarctic*, London, 1901.

Fricker (K.). Antarktis, Berlin, 1898.

Gaudry (A.). Paléontologie. Instructions pour l'Expédition antarctique du Dr Charcot, Paris, 1907.

Geikie. Notes on some Specimens of Rocks from the Antarctic Regions. *Proceed. Roy. Soc. Edinburgh*, vol. XXII, 1898.

Gerlache (A. de). Quinze mois dans l'Antarctique, Paris, 1902.

Gourdon (E.). Les roches éruptives grenues de la Terre de Graham. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 11 déc. 1905.

— Les roches microlitiques de la Terre de Graham. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 16 juil. 1906.

— Sur un microgranite alcalin recueilli sur la Terre de Graham. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 3 juin 1907.

Grange (J.). Géologie, minéralogie et géographie physique, in *Voyage au Pôle Sud*, de Dumont d'Urville, Paris, 1848.

Judd (J.-W.). Volcanoes and volcanic action, in *The Manual Antarctic*, London, 1901.

Kilian (W.). Sur une faune d'Ammonites néocrétacée recueillie par l'Expédition antarctique suédoise. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 29 janv. 1906.

Lacroix (A.). Minéralogie et pétrographie. Instructions pour l'Expédition antarctique du Dr Charcot, Paris, 1907.

Lapparent (A. de). Géologie. Instructions pour l'Expédition Antarctique du Dr Charcot, Paris, 1907.

Lecointe (G.). Au pays des Manchots, 1904.

Robert Mill (H.). The Siege of the South Pole. The Story of Antarctic Exploration, London, 1905.

Müntz (A.). Observations relatives à l'atmosphère et au sol. Instructions pour l'Expédition antarctique du Dr Charcot, Paris, 1907.

Murray (J.). The Geology of the Antarctic Continent. American Naturalist. Philadelphia, 1894.

Murray and Renard. « Challenger » Reports. Deap sea deposits.

Nathorst (A.-G). Sur la flore fossile des régions antarctiques. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 6 juin 1904.

Nordenskjöld (O.). Au Pôle Antarctique, Paris.

— — Note sur la glaciation antarctique. La Géographie, IX, n° 1, Paris, 1904.

— Résultats scientifiques de l'Expédition antarctique suédoise. La Géographie, X, Paris, 1904.

— Petrographische Untersuchungen aus dem westankarktischen Gebiete. *Bull. of the Geol. Instit. of Upsala*, vol. VI, part. 2, Upsala, 1905.

Philippi (E.). Ueber Grundproben und Geologisch petrographische Arbeiten der deutschen Südpolar-Expédition. XV Deutschen Geographentag zu Dantzig, 1905.

— Ueber die Landeis Beobachtungen, der letzten fünf Südpolar-Expeditionen. *Zeitschrift der Gletscherkunde*, Bd. II, H. 1, juin 1907, Berlin.

— Geologische Beschreibung des Gaussbergs. Deutsche Südpolar-Expedition (1901-1903), Bd. II, Berlin.

Pirie (J.-H.-H.). On the Graptolite-bearing Rocks of the South Orkneys. *Proceed. of the Roy. Physic. soc. of. Edinburyh*, feb. 1905, vol. XXV, part. VI. Edinburgh, 1905.

— — Deap-sea deposits of the South Atlantic Ocean and Weddell Sea. The Scottisch Geographical Magazine, aug. 1905, Edinburgh.

— — and N.-R. Brown. The scottisch national antarctic Expedition. Second antarctic Voyage of the « Scotia », Edinburgh.

Prior (G.-T.). Petrographical notes on the Rock-specimens collected in Antarctic Regions during the voyage of H. M. S. « Erebus » and « Terror ». *Mineralogical Magazine*, vol. XII, 1900.

— — Rep. « Southern Cross » Collections (British Museum), 1902.

— — National Antarctic Expedition (1901-1904). *Natural History*, vol. I, Petrography. London, 1907.

Rainaud (A). Le Continent austral, Paris, 1893.

Reinisch (R.). Petrographische Beschreibung der Gaussberg Gesteine. *Deutsche Südpolar Expedition*, Bd. II, Berlin.

Reiter (H.). Die Südpolarfrage und ihre Bedeutung für die genetische Gliederung der Erdoberfläche. *Zeitschr. f. wissench. Geographie*, Bd. VI, 1883.

Renard (A.-F.). Notice sur les roches de l'île Marion. *B. A. R. Belgique*, Bruxelles, 1886.

— — Notice sur les roches de l'île Heard. *B. A. R. Belgique*, Bruxelles, 1886.

Ross (J.-C.). A voyage of discovery and research in the Southern and Antarctic Regions during the years 1839-1843, 2 vol., London, 1847.

Scott (R.). La « Discovery » au Pôle Sud, 2 vol., Paris, 1908.

Sharman and Newton. Note on some fossils from Seymour Island. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, vol. XXXVII.

— — Notes on some additional fossils collected at Seymour Island. *Proceed. Roy. Soc. Edinburgh*, 1900.

Sobral (J.-M.). Dos años entre los hielos (1901-1903), Buenos-Aires, 1904.

Thurach (H.). Geognost. Beschr. d. Insel Süd-Georgien. *Die deutsch. Exped. d. internat. Polarforschung*, 1882-1883.

Twelvetrees (W.-H.). Antarctic Petrology. Australasian Assoc. for the advanc. of Science Dunedin, jan. 1904.

Valette (L.-H.). Viaje a las Islas Orcadas Australes. *Annales del Min. de Agricultura*, Buenos-Aires, 1906.

Vélain (Ch.). Recherches géologiques faites à Aden, à la Réunion, aux îles Saint Paul et Amsterdam, Paris, 1876.

Voyage (The) of the « Scotia». Being the Record of the voyage of Exploration in Antarctic Seas, by Three of the Staff, Edinburgh and London, 1906.

Webster. Narrative of a voyage of the Southern Atlantic Ocean, London, 1834.

Weddell (J.). Voyage towards the south Pôle, London, 1827.

Weller (S.). The Stokes collect. of Antarctic fossils. *Journ. of. Geology*, vol. XI, n° 4, 1903.

Wilkens (O.). Zur Geologie der Südpolarländer. *Centralblatt für Geologie*, n° 6, Stuttgart, 1906.

Wilkes (Ch.). Narrative of the exploring Expedition, Philadelphia, 1845.

Wiman. Voraüfige Mitteilung über die alttertiären Vertebraten der Seymour Insel. *Bull. of the Geol. Inst. of Upsala*, vol. VI.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE. — GÉOGRAPHIE PHYSIQUE

L'Antarctique : Secteur américain.

Préliminaires. — Historique 2
L'archipel de Palmer 9
L'île Wiencke 15
L'île Wandel 20
L'île Hovgaard 26
L'île Lund 27
Les archipels devant la Terre de Graham 27
La baie des Flandres 29
La Terre de Graham 31
La Terre Loubet et la Terre Alexandre Ier 34
Le détroit de Gerlache et la Terre de Danco 36
Côte occidentale de la Terre Louis-Philippe 38
Extrémité nord-est de la Terre Louis-Philippe 40
Côte orientale de la Terre Louis-Philippe 43
La Terre du Roi Oscar 51
Les Shetlands du Sud 52
Les Orcades du Sud 56
Les Sandwich et la Géorgie du Sud 58
Terre de Coats 59

L'Antarctique : Secteur australien.

La Terre Édouard VII 60
La Terre Victoria 60
Les îles voisines de la Terre Victoria 65
Les Terres Adélie, Clarie et Sabrina 66

L'Antarctique : Secteur africain.

La Terre de l'Empereur Guillaume II 68
Les îles du Secteur africain 69

DEUXIÈME PARTIE. — GLACIOLOGIE

I. — Glaciation terrestre.

Neige 71
Névé 75
Glace 76
Glaciers 77
Moraines 87
Fronts des glaciers 89
Alimentation du glacier 91
Ablation du glacier 92
Mouvement, vitesse des glaciers 96
Action du vent 98

Formes diverses des appareils glaciaires..... 100
1° Calottes glaciaires..... 101
2° Glaciers proprement dits..... 105
3° Piedmont-glaciers..... 110
4° Banquette. — Icefoot..... 116
Ancienne extension des glaciers..... 116

II. — **Glaces flottantes.**
1° Banquises..... 122
2° Le pack..... 127
3° Les icebergs..... 133
Effets mécaniques et actions de transport par les glaces flottantes..... 138

TROISIÈME PARTIE. — PÉTROGRAPHIE

I. — **Roches grenues et microgrenues.**
1. Granites..... 142
a. Granites à amphibole à grain moyen..... 143
b. Granites à amphibole à grain fin..... 146
c. Aplite..... 148
d. Filons de pegmatite..... 149
2. Diorites..... 149
a. Diorites quartzifères micacées..... 150
b. Diorites quartzifères micacées à pyroxène..... 154
c. Microdiorites..... 157
3. Gabbros ouralitisés..... 158
II. — **Roches microlitiques.**
1. Rhyolite à quartz globulaire..... 163
2. Trachy-andésites à hornblende et mica..... 164
3. Dacites et andésites..... 167
a. Dacites..... 167
b. Andésites..... 168
4. Labradorites..... 182
a. Labradorites à deux temps de consolidation..... 182
b. Labradorites évoluant vers les diabases..... 187
5. Diabase..... 188
6. Basaltes..... 189
a. Basalte normal..... 190
b. Basalte amphibolique..... 190
c. Brèche basaltique..... 194
d. Transformation d'un basalte en phosphate d'alumine sous l'influence de produits d'origine physiologique..... 195

III. — **Microgranite à pyroxène et amphibole sodiques**..... 198
IV. — **Schistes cristallins et quartzites**..... 201
V. — **Filon de quartz**..... 203
VI. — **Conclusions**..... 204

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

GÉOLOGIE. — Climat de l'Antarctique.

MINÉRALOGIE. — Gites diamantifères du Brésil.

Vu et approuvé : Paris, le 26 mai 1908.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

PAUL APPELL.

Vu et permis d'imprimer : Paris, le 26 mai 1908.

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

L. LIARD.

8429-06. — Corbeil. Imprimerie Ed. Crété.

Fig. 1. Filons diabasiques dans la diorite.

Fig. 2. Stratifications dans les roches de la t. de Graham.

Fig. 3. Diorite de l'île Wiencke.

Fig. 4. Piedmont-glacier de l'île Wiencke.

Fig. 5. Moraine de l'île Doumer.

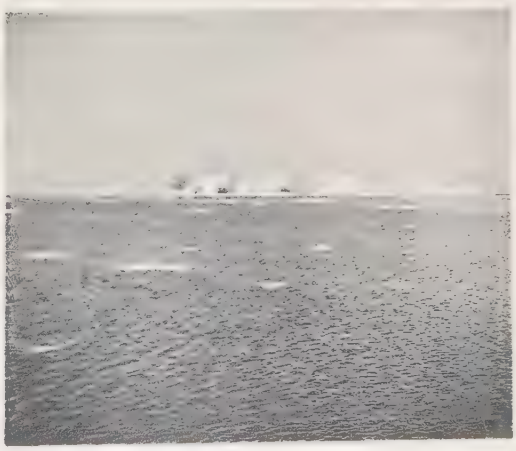

Fig. 6. Calotte glaciaire. I. Wauvermans.

Masson & Cie Éditeurs

Fig. 7. — Vue d'ensemble de Port-Charcot (I. Wandel).

Fig. 8. — Mont Lacroix (I. Wandel).

Fig. 9. — Le défilé de la Hache (I. Wandel).

Masson et Cie, éditeurs.

Fig. 10. — Terre de Graham. — Chenal de Lemaire.

Fig. 11. — Front de glacier.

Fig. 12. — Cap Renard.

Masson et Cie, éditeurs.

Fig. 13. — Pointe nord de l'île Liége.

Fig. 14. — Pic Jabet (I. Wiencke).

Masson et Cie, éditeurs.

Fig. 15. — Chenal de Roosen.

Fig. 16. — Sommet Guéguen (I. Wandel).

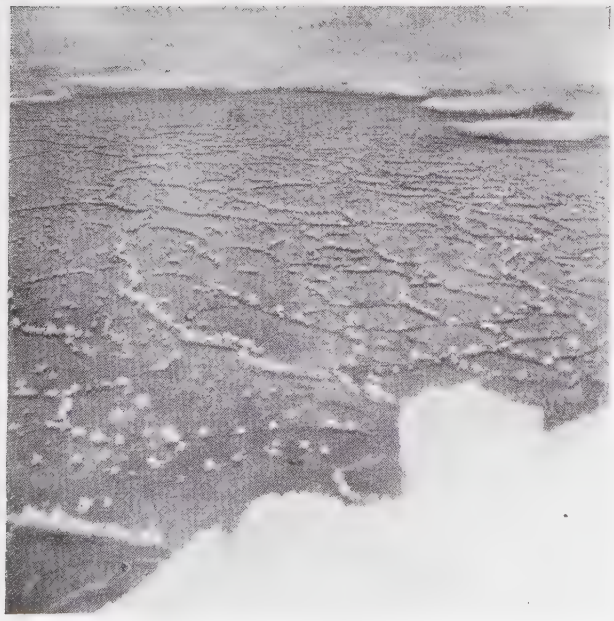

Fig. 17. — Jeune glace.

Fig. 18. — Grotte de glace.

Masson et Cie, éditeurs.

Fig. 19. — Le pack au large de la terre Loubet.

Fig. 20. — Roches moutonnées.

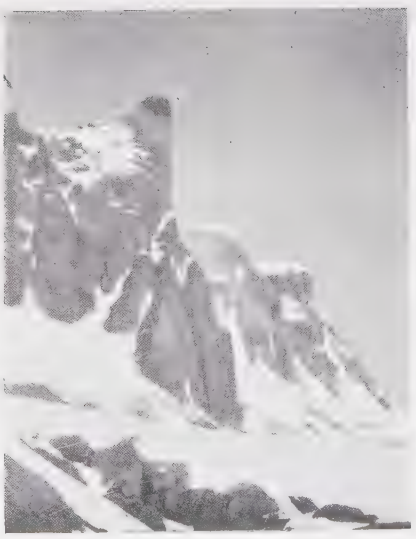

Fig. 21. — Cap Tuxen.
(Terre de Graham.)

Masson et Cie, éditeurs.

Expédition Charcot. — Gourdon. — Géologie.

Fig. 22. — Sillage du *Français* dans le pack.

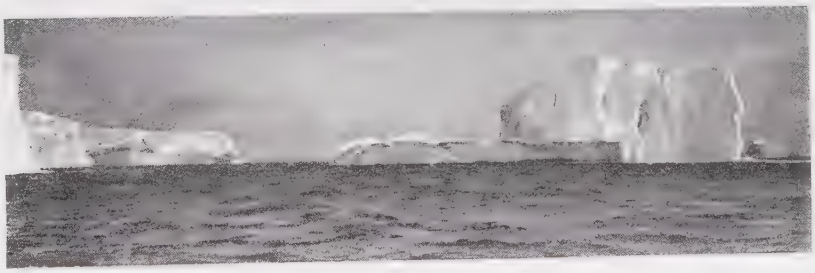

Fig. 23. — Icebergs tabulaires.

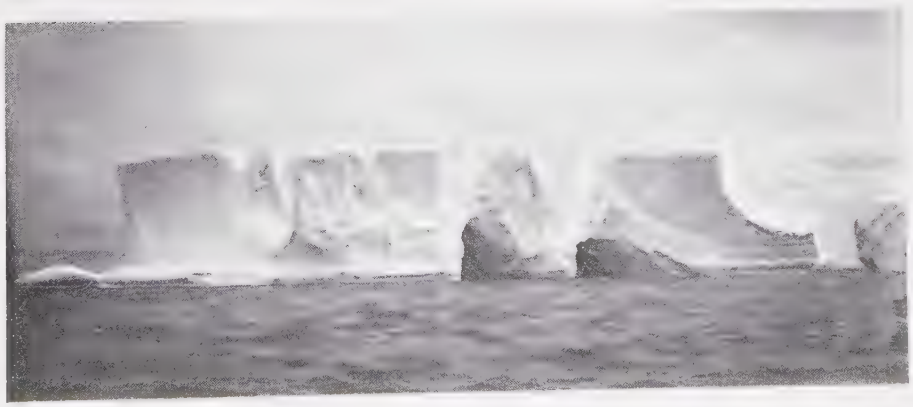

Fig. 24. — Iceberg tabulaire avec grottes.

Masson et Cie, éditeurs

Fig. 25. — Banquise à Port-Charcot.

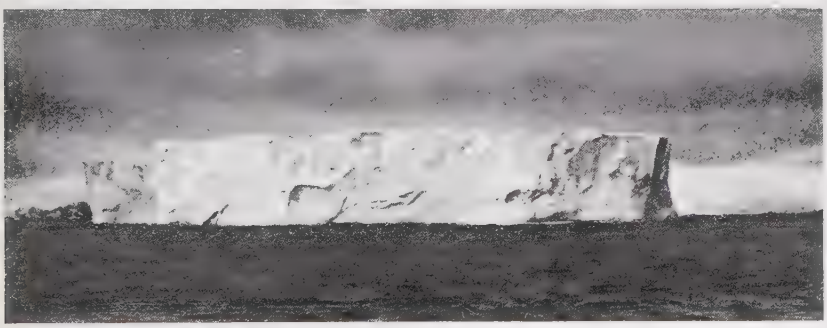

Fig. 26. — Iceberg tabulaire.

Fig. 27. — Givre.

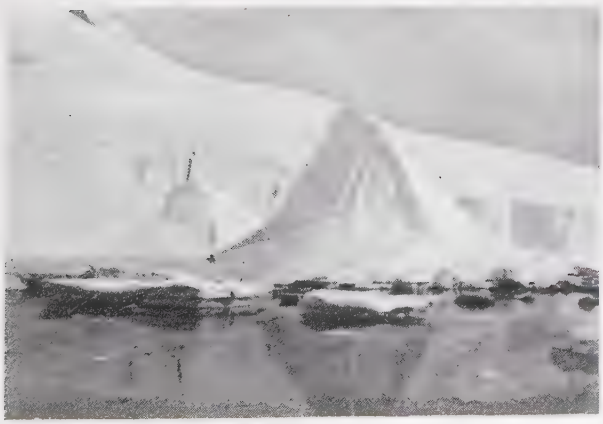

Fig. 28. — Pyramide de glace dans la baie des Flandres.

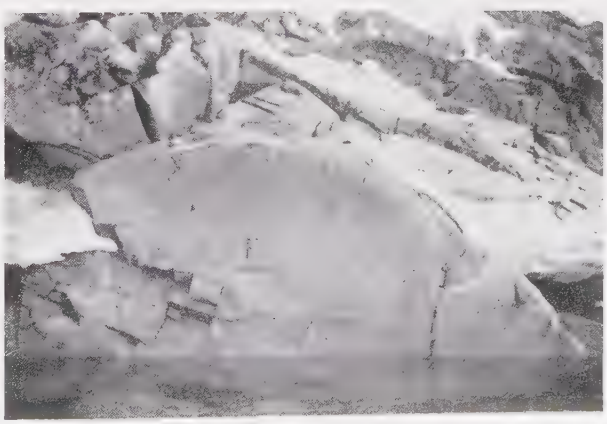

Fig. 29. — Granite de l'île Wandel.

Masson et Cie, éditeurs.

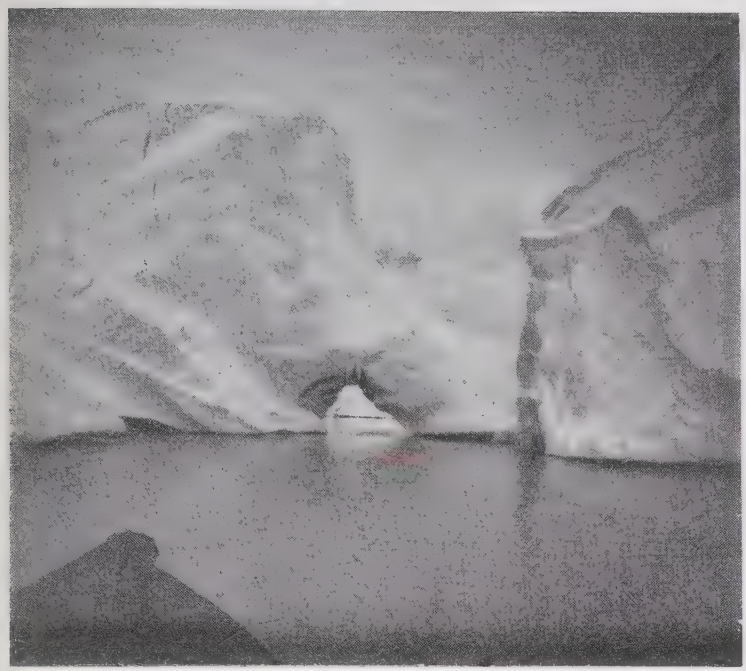

Fig. 30. — Arche percée dans un iceberg.

Fig. 31. Banquise.

Fig. 32. — Front de glacier.

Fig. 33. — Banquise plate.

Fig. 34. — Icebergs et iceblink.

Masson et Cie, éditeurs.

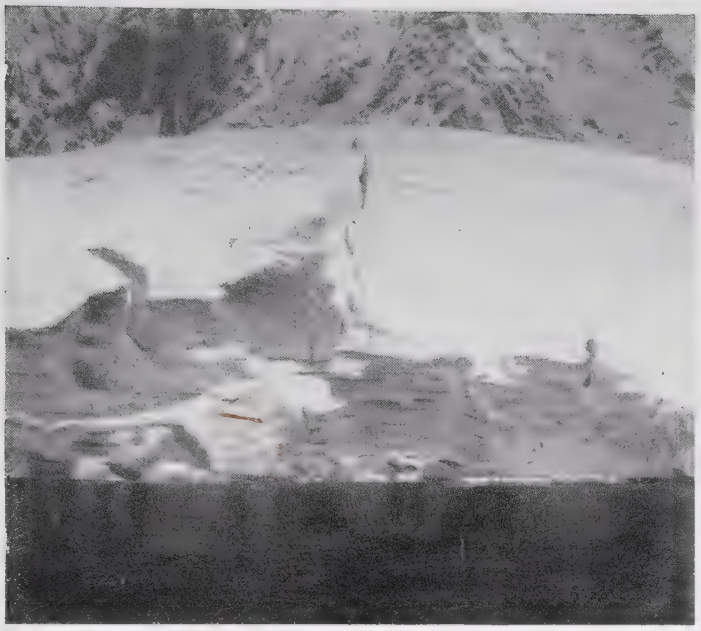

Fig. 35. — Piedmont-glacier.
(Ile Wandel.)

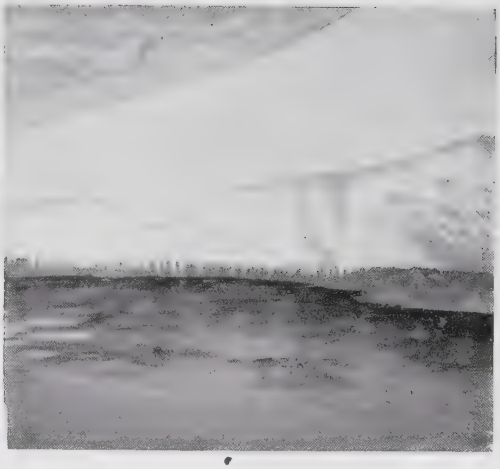

Fig. 36. — Bord d'une calotte glaciaire locale.
(Iles Moureaux, baie des Flandres.

Fig. 37. — Glaçon chargé de sédiments.

Fig. 38. — Crevasse dans la banquise.

Chaîne montagneuse de l'île Wandel.

Extrait de la *Montagne*, revue mensuelle du Club alpin français. (Cliché Pléneau.

Masson et Cie, éditeurs.

EXPÉDITION ANTARCTIQUE FRANÇAISE

COMMANDÉE PAR LE Dr CHARCOT

1903-1905

ESQUISSE GÉOLOGIQUE

PAR E. GOURDON,

d'après la carte du lieut.t de vaisseau A. MATHA

Échelle, 1/1.000.000

2000m 0 20 40 60 80 100 k.m.

65° 64° 30° 66° Long. Ouest de Paris

PALMER DE ARCHIPEL

ILE ANVERS

DÉTROIT DE BISMARCK

Iles Dufaure de Lajarte

Pte Bayle

B. d'Abnour

C. Grönland

Iles Paul

BAIE DE DALLMANN

I. Melchior

I. Gand

Pte Gourdon

B. de Lapeyrère

Baie E. Perrier

Pte Bonnier

B. de Hambourg

Pointe de Gerlache

Iles Rosenthal

C. Albert de Monaco

I. Cossier

I. Joubin

Pte Roland Bonaparte

Presqu'île de Biscoe

Cap A. Lancaster

I. Wauwermans

Iles du Kaiser Wilhelm

I. Wandel

I. Hovgaard

I. Lund

Iles Argentine

I. Roca

I. Jallour

C. Tuxen

I. Berthelot

C. des trois Pérez

I. Darboux

B. Beascochea

Pte Nuñez

I. Lippmann

Sommet du FRANÇAIS 2869m

ÖSTERRIETH MONTS

Roosen

Chenal de

Baie E. Fournier

Chenal de Schollaërt

Cap V. Ryswyck

B. de Börgen

Mt William (1536)

Pte Lockroy

Pic Jabet

WIENCKE

Pic Luigi de Savoie (1400)

C. Errera

Cap P. Willems

C. Renard

Be des Flandres

C. Rahir

I. Moureaux

Sommet du MATIN (2000m environ)

TERRE DE GRAHAM

C. Possession

C. Barrow

I. Hoseason

Pte Angot

Pte Moureaux

Cap E. Roux

C. Cockburn

Presqu'île Pasteur

Pte Chauveau

Baie Bouquet de la Grye

B. Guyou

Pte Claude

ILE LIÈGE

Mts Bruggmann

C. Neyt

I. Harry

I. des deux Hummocks

I. Intercurrence

I. Small

Cap V. Sterneck

Cap W. Spring

Mt Parry

BRABANT

MONTS SOLWAY

B. de Buls

C. Murray

Baie de Charlotte

C. Reclus

Mt Bulcke

I. Nansen

C. Anna

BAIE DE WILHELMINE

I. Brooklyn

I. Pelseneer

I. de Rongé

Chenal de Errera

Baie d'Andvord

I. Lemaire

DE DANCO

TERRE DE GRAHAM

Granites

Diorites

Aplites

Gabbros

Roches microlitiques

ILE WANDEL

66°20'

Is de Rothschild

ILES ROLLET DE L'ISLE

Pte Turquet

P. Cléry

Mt Lacroix 641m

Pte Brouardel

I. Rallier du Baty

I. Cholet

Port Charcot

Pte Hervéou

Be de la Salpétrière

Colline Jeanne

I. Pernambuco

St Guéguen

Pic Louise

Pte Poste

ILE WANDEL

Pte de Loubat

Baie Deloncle

Pte Glandaz

65°5'

952m Sommet Gourdon

I. Py

Pte Pléneau

CHENAL DE LEMAIRE

TERRE DE GRAHAM

ILE

Pte Roullin

HOVGAARD

C. Cloos

Echelle, 1/225.000

MASSON ET Cie, ÉDITEURS.

V. HUOT

Imp. Dufrénoy - Paris.